PRÁTICAS AGRONÔMICAS

Experiências da UNEMAT de Nova Mutum

ORGANIZADORES

ELETISANDA DAS NEVES
KELLY LANA ARAÚJO
TADEU MIRANDA DE QUEIROZ

Editora Poisson

VOLUME 2

Organizadores

Eletisanda das Neves

Kelly Lana Araújo

Tadeu Miranda de Queiroz

Práticas Agronômicas:
Experiências da UNEMAT de Nova Mutum
Volume 2

1ª Edição
Belo Horizonte
Editora Poisson
2026

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade
Conselho Editorial
Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dra. Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo - Fametro
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P895

Práticas Agronômicas: Experiências da UNEMAT de Nova Mutum - Volume 2
Organização: Eletisanda das Neves; Kelly Lana Araújo, Tadeu Miranda de Queiroz
Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2026

Formato: PDF
ISBN: 978-65-5866-618-9
DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Meio Ambiente 3. Irrigação 4. Ciências Agrárias I. NEVES, Eletisanda das, de II. ARAÚJO, Kelly Lana III. QUEIROZ, Tadeu Miranda de IV. Título.

CDD-630

Sônia Márcia Soares de Moura – CRB 6/1896

O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.
Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

Esse e outros títulos podem ser baixados gratuitamente em www.poisson.com.br

Entre em contato pelo contato@poisson.com.br

Organizadores

Eletisanda das Neves

Graduada em Engenharia Agrícola (UFPB-1993), Mestre em Engenharia Agrícola (UFPB-1996), Doutora em Ciências (UFPEL-2002)- Concentração em Ciência e Tecnologia de Sementes e Especialização em Perícia e Licenciamento Ambiental (Faculdade Católica- 2010). Docente Efetiva do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias, no Campus da UNEMAT de Nova Mutum. Manejo de Bacia Hidrográfica Manejo de Irrigação; Hidrologia e Hidráulica, Secagem, Beneficiamento e Armazenamento de Grãos. Coordenação de projetos de Pesquisa e Extensão.Já atuou como coordenadora do Curso de Agronomia no Campus da UNEMAT de Nova Mutum.

Kelly Lana de Araújo

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (2003), Mestrado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade Federal de Viçosa (2005), doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2009) e Pós-doutorado pela Universidade Estadual de Londrina. Atualmente é professora efetiva da Universidade do Estado de Mato Grosso. Atua na área de Fitopatologia, principalmente com resistência genética.

Tadeu Miranda de Queiroz

Bacharel em Engenharia Agrícola (UFLA - 2002), Mestre em Engenharia Agrícola (UFLA - 2004) e Doutor em Agronomia (ESALQ/USP - 2007) - Concentração Irrigação e Drenagem. Professor Adjunto do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Sociais, Aplicadas e Agrárias, no Campus da UNEMAT de Nova Mutum. Atua como docente Permanente do Programa de Mestrado Acadêmico Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP) e do Mestrado Profissional em Rede Nacional na área de Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua - Polo UNEMAT/Cuiabá). Atua nas áreas de Gestão de Recursos Hídricos; Qualidade e Reúso das Águas; Manejo de Irrigação; Automação, Instrumentação e Controle Agrícola e Industrial, Hidrologia. Revisor de diversos periódicos científicos. Coordena projetos de pesquisa e extensão. Atua como perito e consultor via PROEC/UNEMAT. Orienta projetos de pós doutorado. Atualmente é o diretor da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas e Agrárias.

Prefácio

As práticas agronômicas constituem a base para o desenvolvimento sustentável da agricultura, englobando uma ampla variedade de métodos e conhecimentos voltados ao aprimoramento da produção agrícola, sempre respeitando os limites do meio ambiente. Ao abordar algumas dessas práticas, este livro tem como objetivo proporcionar ao leitor uma compreensão mais aprofundada dos elementos técnicos e científicos envolvidos, destacando a importância da adaptação às condições locais e da busca por soluções que conciliem produtividade e conservação ambiental.

Reúne-se nesta obra uma coletânea de trabalhos relacionados a atividades práticas desenvolvidas por professores e alunos da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. São descritas experiências conduzidas no âmbito acadêmico, vinculadas aos conteúdos trabalhados nas disciplinas do curso de Bacharelado em Agronomia do Campus de Nova Mutum, no estado de Mato Grosso, Brasil.

A cada capítulo é apresentada uma contribuição relevante, explorando temáticas como germinação e armazenamento de sementes; comparação entre inseticidas biológicos e químicos no controle de insetos em culturas agrícolas; avaliação da disponibilidade e do consumo hídrico; interceptação da água da chuva pela cobertura vegetal; eficiência do uso da água; determinação de vazão e interpretação de resultados para fins de outorga; e, por fim, o dimensionamento de sistemas de abastecimento de água para confinamento de bovinos de corte.

Este livro discute práticas agronômicas fundamentais para a construção de uma agricultura eficiente, sustentável e consciente. A constante evolução dessas práticas, aliada ao empenho dos profissionais da área, é essencial para enfrentar os desafios atuais da agricultura, promovendo o equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade, assegurando não apenas o futuro da produção de alimentos, mas também impactos positivos ao meio ambiente.

Almeja-se que esta obra estimule a comunidade acadêmica e científica, produtores rurais e demais profissionais interessados em práticas agronômicas relacionadas às áreas de Hidrologia, Hidráulica e Irrigação, Manejo de Bacias Hidrográficas e Secagem, Beneficiamento e Armazenamento de Grãos a refletirem sobre as problemáticas e soluções apresentadas, fomentando o diálogo, novas investigações e a geração de conhecimento

SUMÁRIO

Capítulo 1: Germinação de sementes de girassol em temperaturas de armazenamento 07

Luis Guilherme Rodrigues, Gabriela Maria Franz, João Aguilar Massaroto, Fernanda Lourenço Dipple, Ana Cássia Silva Possamai, Ana Karina Rodrigues Abadio de Paula

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.01

Capítulo 2: Teste de germinação com sementes comerciais de milho-pipoca em temperaturas de armazenamento 18

Melissa Irene Ribeiro de Melo, Gabriela Maria Franz, João Aguilar Massaroto, Fernanda Lourenço Dipple, Ana Cássia Silva Possamai, Ana Karina Rodrigues Abadio de Paula

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.02

Capítulo 3: Revisão sobre o controle da cigarrinha-do-milho. Um comparativo entre inseticidas biológicos e químicos 28

Christian Lucas Silva Girardi, Fernanda Lourenço Dipple, Gabriela Maria Franz, Ana Cássia Silva Possamai, Eletisanda das Neves

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.03

Capítulo 4: Capacidade de diferentes tipos de cobertura vegetal na taxa de interceptação da água da chuva..... 39

Giuliana Godoi de Freitas, Abner Jose Correa Pereira Rui, Flávio Cosme dos Santos , Guilherme Líber França, Claudio Arruda, Muchagata, Rodrigo Santos Nogueira Lima Junior, Micheli da Silva Fantazia, Ronikley José Pereira Guimarães, Eletisanda das Neves, Tadeu Miranda de Queiroz

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.04

Capítulo 5: Determinação da vazão e desafios da outorga de uso da água para irrigação em regiões de seca estacional: o caso do córrego Massapé, Aripuanã/MT, Brasil..... 44

Jeferson Barros de Faria, Leonardo Dionisio Goedert, Tadeu Miranda de Queiroz, Rigoberto Moreira de Matos, Daniela Moreira Costa Araújo, Eletisanda das Neves

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.05

Capítulo 6: Dimensionamento de sistema de abastecimento de água para bovinos em confinamento: estudo de caso na Fazenda Reunidas Santa Fé, município de Aripuanã/MT.... 57

Jeferson Barros de Faria, Leonardo Dionisio Goedert, Tadeu Miranda de Queiroz, Rigoberto Moreira de Matos, Daniela Moreira Costa Araújo, Eletisanda das Neves

DOI: 10.36229/978-65-5866-618-9.CAP.06

Capítulo 1

Germinação de sementes de girassol em temperaturas de armazenamento

Luis Guilherme Rodrigues
https://orcid.org/0009-0006-9741-7196
Gabriela Maria Franz
https://orcid.org/0000-0002-5613-4425
João Aguilar Massaroto
https://orcid.org/0000-0002-1845-4225
Fernanda Lourenço Dipple
https://orcid.org/0000-0003-3616-0359
Ana Cássia Silva Possamai
https://orcid.org/0000-0002-8785-8362
Ana Karina Rodrigues Abadio de Paula
https://orcid.org/0000-0002-8785-8362

Resumo: Condições inadequadas durante o período de armazenamento podem levar à deterioração da qualidade de sementes, gerando perdas significativas e afetando o bom desenvolvimento inicial e formação do estande de plantas. A temperatura é um dos fatores fundamentais que podem interferir no armazenamento de sementes de girassol. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de temperaturas de armazenamento no desempenho germinativo de sementes de cinco cultivares de girassol. Foram realizados cinco tratamentos com quatro repetições de 50 sementes de girassol das cultivares ALH 700, NUSOL 4510, AGUARÁ 6, ADV 5504 e CF 101, sendo essas armazenadas durante sete dias nas temperaturas de 10 °C, 20 °C, 30 °C, 40 °C e 50 °C. Após o armazenamento, foi realizado o teste de germinação em rolo de papel toalha umedecido, sob a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As sementes foram avaliadas após três, cinco e sete dias da montagem do teste. Os parâmetros avaliados foram: média de sementes germinadas, não germinadas e anormais, comprimento de raiz e índice de velocidade de germinação. A germinação e o vigor das sementes foram influenciados pelas temperaturas de armazenamento, sendo obtidos resultados variados. A cultivar ADV 5504 pode ser armazenada por sete dias a 10 °C; a cultivar AGUARÁ 6 a 10 e 30 °C; a cultivar CF 101 a 20, 30 e 40 °C; e a cultivar ALH 700 a 50 °C sem que ocorra perda de vigor ou potencial germinativo das sementes.

Palavras-chave: Vigor; Índice de velocidade de germinação; Comprimento de raiz; *Helianthus annuus* L.

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) tem ganhado destaque como importante oleaginosa multifuncional, não apenas pela qualidade nutricional de seu óleo, mas também por seu papel estratégico em sistemas de rotação de culturas e sustentabilidade agronômica, destacando sua resiliência à seca e ao calor devido ao sistema radicular profundo, o que impulsionou sua adoção como rotação em regiões quentes, promovendo diversificação, incremento econômico e expansão de cadeias agroindustriais como óleo, alimentos, forragem e turismo rural (PUTTHA et al., 2023).

O uso de sementes de alta qualidade é imprescindível para obtenção de lavouras produtivas, constituídas por plantas de desenvolvimento e maturação uniformes e sadias. Uma semente é considerada de qualidade quando apresenta garantia de pureza genética, germinação e vigor; qualidades que são complementadas por uma boa classificação, tratamento contra pragas e doenças e embalagem que permita manuseio seguro e boa proteção às sementes (SEMENTES CONTIBRASIL, 1981). A semente de girassol deve ter, além de alto poder germinativo (acima de 75%), elevado vigor, para proporcionar uma rápida e uniforme germinação e emergência de plântulas, sob condições edafoclimáticas, como umidade, temperatura e aeração (LEITE et al., 2005).

Condições inadequadas na etapa de armazenamento podem levar a deterioração da semente, com redução da qualidade, perdas quantitativas e qualitativas. A temperatura e umidade relativa do ar são fatores fundamentais que podem interferir no armazenamento de sementes de girassol, uma vez que o elevado ter de água no grão, aliado a altas temperaturas, acelera o metabolismo, acarretando redução da qualidade (PIMENTEL; BORÉM, 2018).

O teste de germinação, em época próxima à semeadura, é indispensável, permitindo ao agricultor saber o estado de germinação de suas sementes e tomar medidas corretivas evitando falhas de estande inicial, que podem gerar perdas de rendimento de aquênios (CÂMARA, 2003).

O presente trabalho busca contribuir para o estudo de problemas de qualidade de germinação de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo, averiguando a influência de diferentes temperaturas de armazenamento no desempenho germinativo de sementes de cinco cultivares de girassol.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus Nova Mutum – MT. O teste de germinação fora realizado, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

As avaliações foram realizadas com sementes de girassol das cultivares ALH 700, com porcentagem germinativa declarada de 88% e pureza 100%; AGUARÁ 6, com porcentagem germinativa declarada de 87% e pureza de 100%; CF 101, com porcentagem germinativa declarada de 91% e pureza 100% (as três da safra 2018/2018); ADV 5504, com porcentagem germinativa declarada de 98 % e pureza de 100% (da safra 2017/2018) e NUSOL 4510, com porcentagem germinativa declarada de 95% e pureza 99,9% (da safra 2017/2017).

As cultivares CF 101, ADV 5504 e AGUARÁ 6 foram tratadas industrialmente com grafite (na dosagem 0,043 kg kg^{-1} de semente) e Cruiser® (na dosagem 0,120 L kg^{-1} de semente) e as cultivares ALH 700 e NUSOL 4510 apresentavam apenas tratamento com Cruiser® (na dosagem 0,120 L kg^{-1} de semente).

As sementes de cada cultivar foram divididas em 5 partes e acondicionadas em sacos de papel pardo para posterior armazenamento em diferentes temperaturas (10, 20, 30, 40 e 50 °C) por um período de 7 dias, simulando condições de armazenamento encontradas nas propriedades rurais, como, por exemplo, em câmaras resfriadas ou em dias de calor extremo na falta de energia elétrica, ou outras diversas situações.

Para o teste de germinação foi utilizado, papel toalha previamente esterilizado em autoclave a 120 °C durante 30 minutos e umedecido com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As 200 sementes totais de cada tratamento foram divididas em 50 sementes para cada repetição, e as mesmas distribuídas sobre duas folhas de papel umedecidas, com o espaçamento de 5 vezes seu diâmetro em forma equidistante, depois cobertas com mais uma folha, enrolando as pontas e amarrando-as com borracha (elástico).

Cada rolo foi colocado em um saco plástico transparente com um lacre de fita na ponta, e acomodado no germinador em ângulo de 75°, onde permaneceram, sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações realizadas ocorreram aos 3º, 5º e 7º dia após a montagem do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais germinadas com tamanho radicular maior que 10 mm; não germinadas e anormais com radícula menor que 10 mm ou que apresentou anormalidade. O comprimento de raiz foi aferido no 7º dia com auxílio de uma régua.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\mathbf{IVG = (G1/N1 + G2/N2 + ... + Gn/Nn)}$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas ocorrido a cada dia;

N1, N2, Nn= tempo (dias).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5 X 5 (5 cultivares e 5 temperaturas de armazenamento), totalizando 25 tratamentos com 4 repetições cada, somando 100 parcelas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o Sistema de Análise Estatística Sisvar 5.6. Os dados de germinação foram submetidos a transformação de dados ($x^{0,5}$).

Além disso, foi calculada a porcentagem de germinação de sementes normais para comparação com a legislação vigente (BRASIL, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira contagem da germinação realizada neste trabalho foi aos 3 dias (Tabela 1). Essa contagem avalia a porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise, sendo eficiente para determinar o vigor das sementes (NAKAGAWA, 1999).

Tabela 1. Médias de plântulas de girassol germinadas 3 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para $x^{0,5}$.

Temperatura	Média das cultivares				
	ADV 5504	ALH 700	AGUARÁ 6	NUSOL 4510	CF 101
10 °C	23,25 Aa	1,00 BCb	15,25 ABa	3,25 ABCbc	0,00 Cb
20 °C	2,00 Bb	5,25 ABb	6,50 ABa	21,00ABab	20,25 Aa
30 °C	0,75 Bb	1,25 Bb	22,25 Aa	5,00 ABabc	11,75 ABab
40 °C	15,00ABab	6,75 ABab	15,25 ABa	0,75 Bc	23,00 Aa
50 °C	13,50 Aab	25,75 Aa	17,75 Aa	23,00Aa	19,00 Aa
C.V. (%) 42,78					

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 1 e comparando médias de todas as cultivares para cada tratamento, todas as cultivares obtiveram maiores médias para o tratamento a 50 °C não diferindo entre si; para o tratamento a 10 °C a cultivar ADV 5504 obteve maior média e a cultivar CF 101 obteve a menor média; quando analisado os dados do tratamento a 20 °C a cultivar CF 101 obteve maior média sendo que as demais cultivares não diferiram entre si; no tratamento a 30 °C a cultivar AGUARÁ 6 obteve a maior média; para o tratamento a 40 °C a cultivar CF 101 obteve maior média.

A Tabela 2 apresenta os dados de comprimento de raiz das plântulas consideradas normais, medidos 7 dias após a montagem do teste.

Tabela 2. Médias de plântulas de girassol germinadas 5 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares				
	ADV 5504	ALH 700	AGUARÁ 6	NUSOL 4510	CF 101
10 °C	31,25 Aa	23,50 ABab	33,50 Aa	14,50 ABa	7,75 Bb
20 °C	8,25 BCbc	7,25 Cbc	17,25 ABCa	25,25 ABa	36,00 Aa
30 °C	2,00 Bc	2,25 Bc	39,00 Aa	22,00 Aa	29,50 Aa
40 °C	23,75 Aab	18,50 Aab	29,50 Aa	15,00 Aa	33,00 Aa
50 °C	22,75 Aab	38,00 Aa	26,75 Aa	26,75 Aa	30,00 Aa
C.V. (%) 25,84					

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 2 e comparando médias de todas as cultivares para cada tratamento, novamente todas as cultivares obtiveram melhores médias para o tratamento a 50 °C como ocorrida na primeira contagem (Tabela 1), e também obtiveram maiores médias para o tratamento a 40 °C. Para o tratamento a 10 °C as cultivares ADV 5504 E AGUARÁ 6 obtiveram maiores médias não diferindo entre si; no tratamento a 20 °C a cultivar CF 101 obteve a maior média, sendo que para o tratamento a 30 °C as cultivares AGUARÁ 6, NUSOL 4510 e CF101 acabaram não diferindo entre si com as maiores médias.

Tabela 3. Médias de plântulas de girassol germinadas 7 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares				
	ADV 5504	ALH 700	AGUARÁ 6	NUSOL 4510	CF 101
10 °C	38,00 Aa	26,50 ABab	37,50 ABa	19,00 ABa	17,25 Bb
20 °C	11,50 BCbc	10,75 Cb	23,25 ABCa	32,50 ABa	43,50 Aa
30 °C	4,00 Bc	7,75 Bc	44,50 Aa	26,25 Aa	38,00 Aa
40 °C	27,25 Aab	22,00 Aab	33,50 Aa	25,25 Aa	36,50 Aab
50 °C	25,00 Aab	40,25 Aa	29,25 Aa	31,50 Aa	33,50 Aab
C.V. (%) 22,92					

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 3 e comparando médias de todas as cultivares para cada tratamento, observa-se que todas as cultivares continuaram apresentando maiores médias de plântulas de girassol germinadas no tratamento de 50 °C; o tratamento a 40 °C apresentou resultados semelhantes à contagem do 5 dia; no tratamento a 10 °C a cultivar ADV 5504 obteve a maior média, sendo que para o tratamento a 20 °C a maior média obtida foi para cultivar CF 101; para o tratamento a 30 °C semelhante ao ocorrido na contagem de 5 dias (Tabela 2), as cultivares AGUARÁ 6, NUSOL 4510 e CF101 acabaram não diferindo entre si com as maiores médias.

As melhores condições para manutenção de qualidade das sementes são baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura, pelo fato de manterem o embrião em baixa atividade metabólica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; DHINGRA, 1985).

Segundo Machado Neto et al. (2006) a sensibilidade à temperatura é diferente para cada espécie e mesmo entre cultivares, podendo as mesmas apresentar comportamento diferente em relação à mesma temperatura, como observado no presente trabalho, onde baixas e altas temperaturas tiveram comportamento semelhante, e diferiram das temperaturas medianas.

Outros parâmetros fogem do nosso controle, como observado por Baudet (2012), que afirma que as sementes podem ser afetadas pela qualidade no armazenamento antes da aquisição do lote ainda na revenda, causando o envelhecimento natural que provoca a deterioração natural da semente. Esse efeito negativo pode ter influenciado alguns lotes, que não se comportaram como esperado.

Para Braz (2009), quando as diferenças no potencial fisiológico entre os lotes de sementes são muito pequenas, provavelmente, estes não são possíveis de serem detectadas pelo teste de germinação, assim como identificado no presente trabalho nos tratamentos a 40 e 50 °C, onde todas as cultivares não diferiram significativamente entre si. Ainda, o mesmo ocorreu a 10 °C para ADV 5504, ALH 700, AGUARÁ 6 e NUSOL 4510.

Para Harrington (1972 apud OLIVEIRA, 2009), existe uma regra para expressar a influência da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a velocidade de deterioração das sementes armazenadas: cada redução de 1% no teor de umidade ou de 5 °C na temperatura das sementes duplica o período de vida dessas sementes. Resultados semelhantes podem ser observados nos tratamentos para temperatura 10 ºC que obteve boas médias.

Quanto mais se elevar a temperatura, maior será o risco de deterioração. Segundo a Lei de Vant'Hoff, a cada 10 °C de aumento de temperatura as reações sofrem acelerações de duas a três vezes, até os 40 °C (MARCOS-FILHO, 2015). Entretanto para os dados obtidos no presente trabalho, observa-se resultado contrário, sendo que mesmo em temperaturas altas e consideradas acima das ótimas para armazenamento da cultura, houve bom resultado quanto à média de sementes germinadas.

Na temperatura de 10 °C, o vigor das sementes tendeu a ser mantido durante todo o período de armazenamento, sem alterações significativas. Mais uma vez, esses resultados evidenciam que o armazenamento em baixas temperaturas proporciona melhor conservação das sementes de girassol, minimizando o processo de deterioração (ABREU et al., 2011).

No presente estudo alguns rolos de papel do teste de germinação apresentavam excesso de umidade no dia da leitura, resultando em baixa germinação nestes rolos. Esta problemética pode ter acontecido por diferentes fatores, dentre eles, a baixa absorção de água das sementes. Segundo Chen at al. (2002), a redução na germinação pode estar associada ao estresse proporcionado pelo excesso de água, uma vez que há diminuição e/ou falta de oxigênio e, consequentemente, acúmulo de substâncias tóxicas e diminuição da absorção de nutrientes.

A EMBRAPA (2007) tem-se constatado que os altos índices de plântulas anormais observados no teste de rolo de papel devem se a problemas fisiológicos decorrentes do processo de embebição rápida, devido ao baixo grau de umidade da semente e à sua alta avidez por água devido ao seu alto conteúdo proteico. Além disso, a desorganização das membranas celulares, quando a umidade da semente é baixa não permite sua reorganização em tempo hábil, resultando nos danos de embebição rápida, produzindo plântulas com anormalidades nas radículas.

Outro problema pode ter sido relacionado com a capacidade de trocas de vapor d'água e ar (principalmente O_2) para o interior dos sacos plásticos que envolvem os rolos de papel contendo as sementes no teste de germinação, influenciando dessa forma na disponibilidade de oxigênio para as sementes (COIMBRA et al., 2007).

A Tabela 4 apresenta os dados de comprimento de raiz das plântulas consideradas normais, medidos 7 dias após a montagem do teste.

Tabela 4. Médias de comprimento de raiz (mm) de plântulas de girassol germinadas normalmente aos 7 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares (mm)				
	ADV 5504	ALH 700	AGUARÁ 6	NUSOL 4510	CF 101
10 °C	45,72 Ba	69,58 Aa	62,58 Aab	41,32 Bc	58,20 Aa
20 °C	28,82 Cab	49,30 Bbc	53,96 Bb	85,72 Aa	61,73 Ba
30 °C	21,62 Cb	44,22 Bc	66,11 Aa	48,30 Bbc	67,47 Aa
40 °C	43,27 BCa	52,60 ABbc	54,37 Ab	39,35 Cc	63,20 Aa
50 °C	37,28 Cab	62,91 ABab	66,17 Aa	54,69 Bb	61,38 ABa
C.V. (%) 51,77					

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 4 e comparando médias de todas as cultivares para cada tratamento, observa-se que no tratamento a 10 °C a cultivar ALH 700 e CF 101 acabaram não diferindo entre si; para o tratamento 20 °C apenas a cultivar NUSOL 4510 obteve maior média; ao tratamento a 30 °C as cultivares CF 101 e AGUARÁ 6 obtiveram maiores médias, sendo a menor média obtida para cultivar ADV 5504; para o tratamento 40 °C, assim como o tratamento 30 °C, as cultivares CF 101 e AGUARÁ 6 obtiveram maiores médias.

De acordo com trabalho realizado por Arnuti (2003), foi constatado que o girassol se desenvolve e se adapta as condições em diversos ambientes, pode tolerar temperaturas baixas e estresse hídrico, em seu trabalho a avaliação de germinação em laboratório à temperatura ambiente, foi significativa, onde as variações que ocorreram foram devidas às características fisiológicas das sementes de diferentes lotes. No presente trabalho, apenas a cultivar NUSOL 4510 não teve bons resultados para o comprimento de raiz a 10°C, concordando com o autor acima, todas as outras cultivares tiveram bom desenvolvimento em temperatura baixa.

A Tabela 5 apresenta as porcentagens de germinação de sementes normais, anormais e não germinadas, e ainda o índice de velocidade de emergência.

Tabela 5. Porcentagem de plântulas germinadas normalmente (normais), anormais e não germinadas, índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de girassol após 7 dias após a montagem do teste, em Nova Mutum – MT, Brasil.

Temperatura	Cultivares	Normais %	Anormais %	Não germinadas %	IVG
10 °C	ADV 5504	76	22	3	19,42
	ALH 700	53	27	20	8,81
	NUSOL 10	38	45	18	6,69
	AGUARÁ 6	75	24	2	17,14
	CF 101	35	55	11	4,01
20 °C	ADV 5504	23	40	38	3,92
	ALH 700	22	42	37	4,73
	NUSOL 10	65	27	8	16,69
	AGUARÁ 6	47	45	9	8,92
	CF 101	87	11	2	20,16
30 °C	ADV 5504	8	42	51	1,22
	ALH 700	16	39	46	1,97
	NUSOL 10	53	31	17	9,81
	AGUARÁ 6	89	10	2	21,57
	CF 101	76	21	4	15,24
40 °C	ADV 5504	55	23	23	13,64
	ALH 700	44	33	23	9,09
	NUSOL 10	51	30	20	6,85
	AGUARÁ 6	67	28	6	15,76
	CF 101	73	24	4	19,48
50 °C	ADV 5504	50	33	17	12,62
	ALH 700	81	12	8	21,93
	NUSOL 10	63	27	10	17,51
	AGUARÁ 6	59	35	7	15,44
	CF 101	67	29	5	17,11

Dentre todos os tratamentos de temperatura avaliados, apenas quatro cultivares (ADV 5504 a 10 °C; AGUARÁ 6 a 10 e 30 °C; CF 101 a 20, 30 e 40 °C; ALH 700 a 50 °C) apresentaram resultados satisfatórios, com germinação entre 75% e 89% (Tabela 5). Sendo que para se garantir um estabelecimento satisfatório da cultura no campo, necessita-se que o potencial germinativo dos aquênios esteja dentro dos limites considerados adequados. Neste sentido, segundo Brasil (2005), as sementes devem apresentar padrão mínimo de 75% de germinação por ocasião da comercialização.

Quando analisado o IVG a cultivar CF 101 para os tratamentos 20, 30, 40, 50 °C; AGUARÁ 6 para os tratamentos 10, 30, 40, 50 °C e ALH 700 para 50 ºC mostram melhores médias em relação as demais cultivares, sendo que o tratamento que apresentou maior número médias e que foram melhores e mais próximas (embora maioria das cultivares não tenham atingido o padrão mínimo de germinação), foi o tratamento a 50 °C (Tabela 5).

Segundo Matthews (1980), os lotes que germinam mais rapidamente, ou apresentam valores mais elevados de germinação e velocidade de emergência podem ser considerados mais vigorosos do que aqueles que germinaram mais lentamente.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), sementes de alto vigor são potencialmente mais capazes de resistir a estresses ambientais, justificando os resultados apresentados pela cultivar CF 101 e AGUARÁ 6 nas temperaturas acima da ótima para a espécie. Tal comportamento é novamente afirmado por Mauri et al. (2010), dizendo que somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar sob temperaturas máximas.

Marcos-Filho (2015) afirmou que menor índice de velocidade de germinação, indica a baixa qualidade fisiológica de sementes, e estresse durante o processo de germinação resulta em plantas com crescimento vagaroso, desuniforme e com baixo crescimento radicular. Portanto, para obter-se um estande bem formado, com plantas vigorosas e saudáveis, é indispensável o uso de uma semente que apresenta boa qualidade.

A semente é o insumo básico, devendo assim atender as exigências de qualidade fisiológica para a implantação de um bom estande com altas produtividades (GUEDES et al., 2009). É através da análise de semente que se consegue verificar suas condições físicas e fisiológicas, esses dados obtidos podem ser utilizados na semeadura das sementes, e também para o armazenamento da mesma (FIGLIOLIA et al., 1993).

A viabilidade das sementes pode ser conservada por um período relativamente longo quando mantidas em ambiente favorável, daí a importância do armazenamento na temperatura adequada. Sinais de deterioração podem aparecer em sementes armazenadas em condições inadequadas, onde as sementes perdem a capacidade de armazenarem solutos e no final do envelhecimento surgem os tecidos mortos. Assim, no início do processo deteriorativo ocorre à degradação dos sistemas de membranas, diminuindo a habilidade de resistência a veloz entrada de água, causando danos por embebição e causando severas perdas ao metabolismo celular (MATTHEWS, 1985 apud MARCOS-FILHO, 2005), como foi observado nos rolos com excesso de umidade durante a condução do presente trabalho.

O processo deteriorativo é um complexo de modificações que causam prejuízos a sistemas e funções vitais resultando em redução no grau de capacidade e desempenho na semente, com a diminuição na produção de energia e na biossíntese que reflete sobre a velocidade germinativa, diminuindo a velocidade de germinação, de crescimento e desenvolvimento de plântulas (DELOUCHE, 2002). Possivelmente, as sementes que germinaram com menor velocidade estavam em alguma fase deteriorativa, que não as impediu de germinar, apenas reduziu o vigor, representado pela velocidade de germinação.

Ainda, Marcos-Filho (2005) ressalta que a deterioração se inicia na maturação fisiológica, no entanto é detectada com maior frequência durante o armazenamento. O declínio do potencial fisiológico com o decorrer do tempo não se restringe à diminuição da capacidade de germinação, mas a sua velocidade, caracterizando a queda do vigor.

Observou-se que os resultados de comprimento de plântulas ao longo do armazenamento não seguiram um comportamento lógico de redução progressiva do vigor ou mesmo manutenção deste, havendo situações como as verificadas para o comprimento do sistema radicular que aumentou de tamanho com o armazenamento em temperatura elevada 50 ºC; e diminuiu sobre os tratamentos de temperatura a 10, 20 e 30 °C.

Segundo os resultados e médias obtidas no presente trabalho, pode-se dizer que, dependendo da cultivar, caso houver algum problema em relação à manutenção da temperatura de armazenamento, as sementes da cultivar CF 101 podem permanecer em temperaturas ambiente entre 20 e 30 °C, e as sementes da cultivar AGUARÁ 6 a 30 °C por uma semana sem que seu potencial germinativo seja afetado.

4. CONCLUSÃO

A germinação e o vigor das sementes são influenciados pelas temperaturas de armazenamento.

A cultivar ADV 5504 pode ser armazenada por sete dias a 10 °C; a cultivar AGUARÁ 6 a 10 e 30 °C; a cultivar CF 101 a 20, 30 e 40 °C; e a cultivar ALH 700 a 50 °C sem que ocorra perda de vigor ou potencial germinativo das sementes.

REFERÊNCIAS

[1] ABREU L. A. S., M. L. M. CARVALHO, C. A. G. PINTO, V. W. KATAOKA. Teste de condutividade elétrica na avaliação de sementes de girassol armazenadas sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 4, p. 635-642, 2011.

[2] ARNUTI, F.; SILVA, V. R.; KULCZYNSKI, S. M.; TUZZIN, M.; PIOVESAN, M. T.; MIGLIORINI, P.; CADORIN, A. M. R. **Qualidade Fisiológica de Cultivares de Girassol**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

[3] BAUDET, L. M. L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO. G. E. **Sementes**: Fundamentos cientificos e tecnológicos. 3. ed. Pelotas: UFPel, 2012. 573p.

[4] BRASIL. **Instrução Normativa n. 25, de 16 de dezembro de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 2005.

[5] BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

[6] BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2004-2009, 2009.

[7] CÂMARA, G. M. de S. Girassol: Tecnologia da Produção. In: **LPV 0506**: Plantas Oleaginosas. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. p. 153-180.

[8] CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 588p. 2000.

[9] CHEN, H.; QUALLS, R. G.; MILLER, G. C**.** Adaptative responses of *Lepidium latifolium* to soil flooding: biomass allocation, adventitious rooting, aerenchyma formation and ethylene production. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 119-128, 2002.

[10] COIMBRA, R. de A.; TOMAZ, C. de A.; MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.

[11] DELOUCHE, J. C. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 6, n. 6, p. 24-31, 2002.

[12] DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 139-145, 1985.

[13] EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Soja. **Metodologia Alternativa para Avaliação da Germinação de Semente de Soja**. Publicado em: 16/11/2007.

[14] FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

[15] GUEDES, R. S.; ALVES. E. U.; GONÇALVES, E. P. SANTOS, S. R. N.; LIMA, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoideae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1360-1365, 2009.

[16] LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 641p. 2005.

[17] MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

[18] MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n.1, p.176-177, 1962.

[19] MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

[20] MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

[21] MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P. D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p. 647-660.

[22] NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. cap.2, p.1-24.

[23] OLIVEIRA, A. C. S. **Qualidade Fisiológica de Sementes de Milho Armazenadas em Diferentes Embalagens Reutilizáveis Sob Dois Ambientes**. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2009.

[24] PIMENTEL, L.; BORÉM, A. **Girassol**: do plantio à colheita. Viçosa: Ed. UFV, 2018. 240p.

[25] PUTTHA, R.; VENKATACHALAM, K.; HANPAKDEESAKUL, S.; WONGSA, J.; PARAMETTHANUWAT, T.; SREAN, P.; PAKEECHAI, K.; CHAROENPHUN, N. Exploring the Potential of Sunflowers: Agronomy, Applications, and Opportunities within Bio-Circular-Green Economy. **Horticulturae**, v. 9, n. 10, p. 1079, 2023.

[26] SEMENTES CONTIBRASIL. **Girassol: manual do produtor**. Campinas-SP, 1981. 31 p.

Capítulo 2

Teste de germinação com sementes comerciais de milho-pipoca em temperaturas de armazenamento

Melissa Irene Ribeiro de Melo
https://orcid.org/0009-0002-7383-1545
Gabriela Maria Franz
https://orcid.org/0000-0002-5613-4425
João Aguilar Massaroto
https://orcid.org/0000-0002-1845-4225
Fernanda Lourenço Dipple
https://orcid.org/0000-0003-3616-0359
Ana Cássia Silva Possamai
https://orcid.org/0000-0002-8785-8362
Ana Karina Rodrigues Abadio de Paula
https://orcid.org/0000-0003-4594-0189

Resumo: As condições de armazenamento, em especial a temperatura, exercem influência direta na manutenção da qualidade das sementes, porcentagem e velocidade de germinação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a interferência de diferentes temperaturas de armazenamento na germinação de duas cultivares de milho-pipoca. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2 X 5 (dois cultivares e cinco temperaturas de armazenamento), totalizando dez tratamentos com oito repetições cada, somando 80 parcelas com sementes milho-pipoca das cultivares VYP 212 e VYP 315, sendo essas armazenadas durante sete dias nas temperaturas de 10, 20, 30, 40 e 50 °C. Após o armazenamento, foi realizado o teste de germinação em rolo de papel toalha umedecido, sob a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. As sementes foram avaliadas após três, cinco e sete dias da montagem do teste. Os parâmetros avaliados foram: média de sementes germinadas, não germinadas e anormais, comprimento de raiz e índice de velocidade de germinação. O armazenamento das sementes de milho-pipoca por sete dias a 50 °C influenciou negativamente a germinação das sementes das duas cultivares, não havendo germinação para a cultivar VYP 315. A cultivar VYP 212 apresentou melhores resultados que a cultivar VYP 315 quando armazenada nas temperaturas de 10, 30 e 40 °C, e resultados semelhantes a 20 °C. O mesmo foi observado para o comprimento de raiz. A cultivar VYP 212 pode ser armazenada nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40 °C, sem que ocorra perda de vigor das sementes, e a cultivar VYP 315 na temperatura de 20 °C. O armazenamento na temperatura de 50 °C não é recomendado para ambas as cultivares.

Palavras-chave: Vigor. Índice de velocidade de germinação; Comprimento de raiz; *Zea mays everta.*

1. INTRODUÇÃO

O milho-pipoca (*Zea mays everta*), pertence à espécie botânica *Zea mays* L., caracteriza-se por possuir grãos pequenos e duros que têm a capacidade de estourar quando aquecidos em torno de 180 °C, diferenciando-se, deste modo, do milho comum, sendo destinado exclusivamente ao consumo humano (BARBIERI et al., 2005). A cultura é uma das opções para o produtor que procura diversificar os plantios na segunda safra em busca de melhor rentabilidade, e vem recebendo maior atenção pelos melhoristas e produtores, devido ao aumento de consumo (Kirts et al., 2018).

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida com a manifestação do seu vigor (Simoni et al., 2011). A avaliação do vigor da semente é um dos testes que permite a detecção de possíveis diferenças na qualidade fisiológica de lotes que apresentam poder germinativo semelhante e que podem exibir comportamentos distintos, provocados pelo processo de deterioração que tem início imediatamente após a maturidade fisiológica e prossegue até o período de armazenamento (Rivera, 2011).

As condições de armazenamento das sementes têm grande influência na sua qualidade fisiológica (Razera et al., 1986). O armazenamento das sementes em condições ideais como temperatura e umidade do ar, irá manter a qualidade das sementes para geminação e consequentemente influenciará positivamente na produtividade da cultura. O controle de qualidade envolve, dentre outras atividades, a avaliação de germinação e do vigor de sementes. Avaliações rápidas que permitam obtenção de informações sobre potencial fisiológico de sementes são importantes para tomadas de decisões nas diferentes etapas do processo de produção, armazenamento e comercialização (Fessel et al., 2010). Tendo em vista que o controle de qualidade de sementes deve ser cada vez mais eficiente, em razão da competitividade e exigência do mercado, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a interferência de diferentes temperaturas de armazenamento na germinação de duas cultivares de milho-pipoca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Câmpus Nova Mutum – MT. O teste de germinação foi realizado, conforme descrito nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

As avaliações foram realizadas com sementes de milho-pipoca da cultivar VYP 212 safra 2017/2018 com porcentagem germinativa declarada de 93% e pureza 99,5%; e da cultivar VYP 315 safra 2017/2018 com porcentagem germinativa declarada de 95% e pureza 99,5%. As duas cultivares foram tratadas industrialmente com grafite (na dosagem 0,043 kg kg^{-1} de semente) e Cruiser® (na dosagem 0,120 L kg^{-1} de semente).

As sementes de cada cultivar foram divididas em 5 partes e acondicionadas em sacos de papel pardo para posterior armazenamento em diferentes temperaturas (10, 20, 30, 40 e 50 °C) por um período de 7 dias, simulando condições de armazenamento encontradas nas propriedades rurais, como, por exemplo, em câmaras resfriadas ou em dias de calor extremo na falta de energia elétrica.

Para o teste de germinação foi utilizado papel toalha previamente esterilizado em autoclave a 120 °C durante 30 minutos e umedecido com volume de água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As 400 sementes totais de cada tratamento foram divididas em 8 repetições com 50 sementes para cada repetição, e as mesmas distribuídas sobre duas folhas de papel umedecidas, com o espaçamento de 5 vezes seu diâmetro em forma equidistante, depois cobertas com mais uma folha, enrolando as pontas e amarrando-as com borracha (elástico), e cada rolo foi identificado quanto à cultivar, tratamento e repetição.

Cada rolo foi colocado em um saco plástico transparente com um lacre de fita na ponta, e acomodado no germinador em ângulo de 75°, onde permaneceram nas estufas, sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações realizadas ocorreram aos 3º, 5º e 7º dia após a montagem do teste, sendo os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais germinadas com tamanho radicular maior que 10 mm; não germinadas; e anormais com radícula menor que 10 mm ou que apresentou anormalidade. O comprimento de raiz foi aferido no 7º dia com auxílio de uma régua.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1 + G2/N2 + ... + Gn/Nn),$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas ocorrido a cada dia;

N1, N2, Nn= tempo (dias).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualisado (DIC) em esquema fatorial 2 X 5 (2 cultivares e 5 temperaturas de armazenamento), totalizando 10 tratamentos com 8 repetições cada, somando 80 parcelas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o Sistema de Análise Estatística Sisvar 5.6. Os dados de germinação foram submetidos à transformação de dados ($x^{0,5}$).

Além disso, foi calculada a porcentagem de germinação de sementes normais para comparação com a legislação vigente (Mapa, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da germinação do milho-pipoca após 3 dias da montagem do teste estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1. Médias de plântulas de milho-pipoca germinadas 3 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares	
	VYP 212	VYP 315
10 °C	19,62 Ab	6,25 Bbc
20 °C	18,12 Ab	16,00 Aa
30 °C	35,25 Aa	12,28 Bab
40 °C	23,50 Aab	14,11 Ba
50 °C	16,75 Ab	0,00 Bc
C. V. (%) 25,41		

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o tratamento onde as sementes foram armazenadas a 20°C não houve diferença estatistica entre as cultivares. Entretanto, quando analisados os demais tratamentos (10°C, 30°C, 40°C e 50°C) os resultados mostram que as cultivares diferiram estatisticamente entre si, sendo que a cultivar VYP 212 apresentou melhores médias em relação a cultivar VYP 315 (Tabela 1). Comparando as temperaturas de armazenamento para cada cultivar, o tratamento submetido a 50 °C resultou nas menores médias para ambas as cultivares.

A primeira contagem da germinação, realizada neste trabalho aos 3 dias, avalia a porcentagem de plântulas normais que são obtidas por ocasião da primeira contagem do teste de germinação na amostra em análise, sendo eficiente para determinar o vigor das sementes (Nakagawa, 1999), que será evidenciado no IVG (índice de velocidade de germinação) na Tabela 5.

Tabela 2. Médias de plântulas de milho-pipoca germinadas 5 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares	
	VYP 212	VYP 315
10 °C	29,25 Aab	13,75 Ba
20 °C	20,25 Ab	21,75Aa
30 °C	37,62 Aa	20,57 Ba
40 °C	29,87 Aab	18,22 Ba
50 °C	19,75 Ab	0,00 Bb
C. V. (%) 22,49		

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a Tabela 2, comparando dados entre as duas cultivares para cada temperatura de armazenamento aos 5 dias, observa-se que a cultivar VYP 212 apresentou melhores medias em relação a cultivar VYP 315 nos tratamentos de 10, 30, 40 e 50 °C. No tratamento que foram submetidas ao armazenamento de 20 °C as cultivares não diferiram estatisticamente entre si.

Na Tabela 3, comparando os dados entre as duas cultivares para cada tratamento de temperatura de armazenamento aos 7 dias, observa-se que somente o tratamento de 20 °C não diferiu estatisticamente entre as cultivares, e nos mostra que a cultivar VYP 212 obteve melhor desempenho sobre todos os demais tratamentos, estes em que as sementes sofreram menor interferência em sua qualidade, ou seja, mantiveram suas propriedades iniciais por mais tempo. O tratamento de 50 °C apresentou médias inferiores aos demais, não havendo germinação para a cultivar VYP 315, assim sofrendo grande perda de qualidade, sendo esta condição inviável economicamente para armazenamento.

Tabela 3. Médias de plântulas de milho-pipoca germinadas 7 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares	
	VYP 212	VYP 315
10 °C	33,75 Aab	16,87 Ba
20 °C	26,12 Aab	25,12 Aa
30 °C	39,75 Aa	23,85 Ba
40 °C	32,50 Aab	20,11 Ba
50 °C	21,87 Ab	0,00 Bb
C. V. (%) 21,83		

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Costa et al. (2015) as sementes de milho armazenados nas temperaturas de 20 e 30 ºC em seu experimento mantiveram a qualidade fisiológica satisfatória, o mesmo ocorreu no presente trabalho que mostra a melhor média da cultivar VYP 212 quando submetida a essas temperaturas.

Harrigton (1972) afirma que a baixa temperatura reduz a atividade das enzimas envolvidas no processo de respiração, sendo este um dos principais responsáveis pela perda da viabilidade durante o armazenamento. Sendo assim, o armazenamento a 10 °C deveria prejudicar a germinação, o que aconteceu com a cultivar VYP 315 no presente trabalho, em contrapartida, não aconteceu com a cultivar VYP 212, a qual apresentou comportamento diferente mostrando um bom desempenho a essa temperatura.

O desempenho variável de cada cultivar pode ser justificado, pois a sensibilidade à temperatura é diferente para cada espécie e mesmo entre cultivares, podendo as mesmas apresentar comportamento diferente em relação à mesma temperatura (Machado Neto et al., 2006). Ainda, os mesmos autores, afirmam que em temperaturas supra-ótimas ocorre maior velocidade do processo germinativo, mas somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar, determinando assim, uma redução na porcentagem de germinação.

Na pesquisa de Nunes et al. (2015) as sementes armazenadas acima de 35 °C

sofreram grande perda de qualidade, necessitando assim, de resfriamento artificial em regiões com predominância de temperaturas elevadas ao longo do ano. Este dano pôde ser observado para as duas cultivares neste trabalho, que apresentaram baixas médias de germinação ou até mesmo nenhuma germinação a 50 °C, possivelmente prejudicadas pelas altas temperaturas.

Analisando a Tabela 4, e comparando dados entre as duas cultivares para cada tratamento das médias de comprimento de raiz de plântulas germinadas normalmente, observa-se que, para a cultivar VYP 212, melhores médias foram obtidas dentro do tratamento a 10 °C, e para a cultivar VYP 315 no tratamento a 30 °C. Marcos-Filho (2015) afirma que menor índice de velocidade de germinação indica a baixa qualidade fisiológica de sementes, e estresse durante o processo de germinação resulta em plantas com crescimento vagaroso, desuniforme e com baixo crescimento radicular.

Tabela 4. Médias de comprimento de raiz (mm) de plântulas de milho-pipoca germinadas normalmente aos 7 dias após a montagem do teste em Nova Mutum – MT, Brasil. Dados transformados para x0,5.

Temperatura	Média das cultivares	
	VYP 212	VYP 315
10 °C	33,75 Aab	16,87 Ba
20 °C	26,12 Aab	25,12 Aa
30 °C	39,75 Aa	23,85 Ba
40 °C	32,50 Aab	20,11 Ba
50 °C	21,87 Ab	0,00 Bb
C. V. (%) 30,49		

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e da mesma letra minúscula, na coluna, não variam significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Alguns autores afirmam que, embora o comprimento da plântula ou de suas partes apresente diferenças significativas entre os lotes, somente o comprimento da raiz correlaciona-se aos dados de emergência de plântulas em campo, então é possível concluir que o comprimento da raiz é mais sensível para diferenciar lotes (Nakagawa, 1999; Vanzolini; 2002).

A Tabela 5 apresenta as porcentagens de germinação de sementes normais, anormais e não germinadas, e ainda o índice de velocidade de emergência.

Tabela 5. Porcentagem de plântulas germinadas normalmente (normais), anormais e não germinadas, índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de milho-pipoca após 7 dias após a montagem do teste, em Nova Mutum – MT, Brasil.

Temperatura	Cultivares	Normais %	Anormais %	Não germinadas %	IVG
10 °C	VYP 212	67,50	19,50	13,00	17,21
	VYP 315	33,75	15,25	51,00	7,24
20 °C	VYP 212	57,75	28,00	19,75	13,86
	VYP 315	50,25	22,00	27,75	13,25
30 °C	VYP 212	79,50	14,25	6,25	24,95
	VYP 315	47,50	21,50	31,00	11,93
40 °C	VYP 212	65,00	19,50	15,50	18,45
	VYP 315	39,50	35,00	25,50	10,85
50 °C	VYP 212	43,75	37,00	19,25	12,66
	VYP 315	0,00	9,50	90,50	0,00

As melhores médias observadas em relação à porcentagem de germinação foram as da cultivar VYP 212, onde três temperaturas alcançaram o parâmetro mínimo de 60% de germinação estipulado pela legislação (MAPA, 2013). A velocidade de germinação (IVG) também foi maior para a cultivar VYP 212 em relação a cultivar VYP 315 (Tabela 5).

A semente é o insumo básico, devendo assim atender as exigências de qualidade fisiológica para a implantação de um bom estande com altas produtividades (Guedes et al., 2009). Dos conceitos mais antigos de vigor de semente existe a relação com a velocidade de germinação (Aosa, 1983).

As sementes podem ter sido afetadas pela qualidade no armazenamento da semente antes da aquisição do lote ainda na revenda, causando o envelhecimento natural que provoca a deterioração natural da semente (Baudet, 2003). Consequências essas que podem justificar o desempenho inferior da cultivar VYP 315 em relação a cultivar VYP 212.

Apesar de lotes de sementes apresentarem a mesma porcentagem de germinação, podem ocorrer diferenças na velocidade de germinação, e, de acordo com Nakagawa (1999), essa diferença pode ocorrer por uma possuir maior vigor que a outra. Sendo assim, a semente com maior velocidade de germinação apresenta vigor superior em relação a que possui uma velocidade de germinação menor. Portanto, para obter-se um estande bem formado, com plantas vigorosas e saudáveis, é indispensável o uso de uma semente que apresenta boa qualidade.

As sementes que apresentam uma velocidade de germinação baixa estão mais suscetíveis a ataques de patógenos, por ficar exposta a esses microrganismos por mais tempo, possibilitando a infestação e colonização dos mesmos no embrião, podendo também ocorrer a deterioração da semente com maior rapidez.

Observou-se no presente estudo, que alguns rolos de papel do teste de germinação estavam encharcados no dia da leitura, possivelmente pela baixa absorção de água das sementes devido a impedimentos físicos da mesma. A redução na germinação pode estar associada ao estresse proporcionado pelo excesso de água, uma vez que há diminuição e/ou falta de oxigênio e, consequentemente, acúmulo de substâncias tóxicas e diminuição da absorção de nutrientes (Chen et al., 2002).

Segundo a EMBRAPA (2007), a desorganização das membranas celulares, quando a umidade da semente é baixa, não permite sua reorganização em tempo hábil, resultando nos danos de embebição rápida, produzindo plântulas com anormalidades nas radículas, indicando assim problemas físicos nas sementes em relação a absorção de água.

As condições de armazenamento exercem influência direta na manutenção da qualidade das sementes. Quando as sementes são mantidas em condições controladas de umidade e temperatura, fatores estes que determinam à redução parcial ou total da sua viabilidade, há diminuição nos processos metabólicos, diminuindo também a perda da capacidade germinativa e do vigor (Harrington, 1973; Lopes, 1990; Roberts, 1986).

A temperatura de armazenamento tem grande influência na conservação da semente, influenciando as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido no processo (Martins; Lago, 2008). Normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de energia, formam plântulas mais vigorosas e resistentes às condições adversas do ambiente em que são inseridas (Baudet, 2003; Mussi, 2005).

Para Harrington (1972 apud Oliveira, 1999), a influência da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a velocidade de deterioração das sementes armazenadas pode ser expressa pela seguinte regra: cada redução de 1% no teor de umidade ou de 5°C na temperatura das sementes duplica o período de vida dessas sementes. No presente estudo essa influência pode ser observada na cultivar VYP 315 que quando avaliada teve uma de suas melhores médias para o tratamento de 10°C.

Quanto mais se elevar a temperatura, maior será o risco de deterioração. Segundo a Lei de Vant'Hoff, a cada 10°C de aumento de temperatura as reações sofrem acelerações de duas a três vezes, até os 40°C. Acima disso, a respiração pode cessar como resultado dos efeitos destruidores que o calor elevado tem sobre as enzimas (Marcos-Filho, 2015). Caso ocorrido quando as cultivares foram submetidas à temperatura de 50 °C neste experimento.

O armazenamento na propriedade rural possibilita muitos benefícios ao produtor, porém, alguns agricultores armazenam suas sementes em locais onde as condições fornecidas são inadequadas, tendo assim problemas de perdas (Bragantini, 2005). A falta de conhecimento sobre a forma correta de efetuar o armazenamento de sementes por parte dos agricultores está diretamente relacionada aos problemas que os mesmos enfrentam nesta etapa ou em etapas posteriores como a germinação após o plantio das sementes provenientes do armazenamento.

O presente trabalho mostra que, caso houver algum problema em relação à manutenção da temperatura nos armazéns da propriedade rural, as sementes podem permanecer em temperaturas entre 20 e 30°C por uma semana sem que isso afete seu potencial germinativo.

4. CONCLUSÃO

A cultivar VYP 212 pode ser armazenada nas temperaturas de 10, 20, 30 e 40°C, sem que ocorra perda de vigor das sementes e a cultivar VYP 315 na temperatura de 20 °C.

O armazenamento na temperatura de 50 °C não é recomendado para ambas as cultivares.

REFERÊNCIAS

[1] AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. AOSA, 1983, p. 93.

[2] BARBIERI, V. H. B. LUZ. J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE. J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA. D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 23, n. 3, p. 826-830, 2005.

[3] BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. In: PESKE. S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA. G. M. (Ed.) **Sementes**: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Gráfica Universitária-UFPel, 2003, p. 369-418.

[4] BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p.

[5] BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Brasília: Mapa/ACS, 2009, 399p.

[6] CHEN, H.; QUALLS, R. G.; MILLER, G. C**.** Adaptative responses of *Lepidium latifolium* to soil flooding: biomass allocation, adventitious rooting, aerenchyma formation and ethylene production. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 2, p. 119-128, 2002.

[7] COSTA, A. R.; RITA, D. F. L.; ALENCAR, R.; CARVALHO. S.; CRISTINA, M.; FERREIRA, G.; Qualidade de grãos de milho armazenados em silos bolsa. **Revista Ciência Agronômica**, Universidade Federal do Ceará Brasil, v. 41, 2015.

[8] EMBRAPA. **Milho pipoca tem potencial ainda a ser explorado**; Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2007/dezembro/2a-semana/milho-pipoca-tem-potencial-ainda-a-serexplorado/>. Acesso em: 15 mar. 2019.

[9] FESSEL, S. A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C. R.; VIEIRA. R. D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 69, n. 1, p. 207-214, 2010.

[10] GUEDES, R. S.; ALVES. E. U.; GONÇALVES, E. P. SANTOS, S. R. N.; LIMA, C. R. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae - Papilionoideae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1360-1365, 2009.

[11] HARRINGTON, J. F. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 1, n. 3, p. 701-709, 1973.

[12] HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, v. 3, p. 145-245, 1972.

[13] KIRTS, B. B.; FILTER, C. F.; SANTOS, E. C.; CARVALHO, C.; **Anuário brasileiro do milho** - ISSN 1808-3439. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz Sul-RS, p. 88, 2018.

[14] LOPES, J. C.; **Germinação de sementes de Phaseolus vulgaris.** 1990, 223 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)- Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, 1990.

[15] MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C.; COSTA, P. R.; DONÁ, F. L. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006.

[16] MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

[17] MAPA - MINISTERIO DA AGRUCULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO**. Instrução normativa N° 45, de 17 de setembro de 2013**; Gabinete do ministro DOU de 20/09/2013 (n° 183, Seção 1, pág. 6).

[18] MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

[19] MARTINS, L.; LAGO, A. A.; Conservação de semente de Cedrela fissilis: teor de água da semente e temperatura do ambiente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 161-167, 2008.

[20] MUSSI, M. M. **Germinação e vigor de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes concentrações de CO_2, períodos de exposição e embalagens**. 2005. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

[21] NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina:ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.

[22] NUNES, C. F.; ELY, A.; MARTENS, S.; PILAR. M. E.; BILHALVA. S. N.; PARAGINSK, T. R.; Efeito da temperatura de armazenamento na qualidade de milho pipoca após 6 meses de armazenamento. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 8., 2015, Alegrete, Rio Grande do Sul. **Anais...** Alegrete, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Pampa Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, 2015.

[23] OLIVEIRA, A. C. S. **Qualidade Fisiológica de Sementes de Milho Armazenadas em Diferentes Embalagens Reutilizáveis Sob Dois Ambientes**. 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes – RJ, 2009.

[24] OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. V. R. Comportamento de sementes de milho colhidas por diferentes métodos, sob condições de armazém convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 289-302, 1999.

[25] RAZERA, L. F.; LAGO, A. A. D. O.; MAEDA, J. A.; ZINK, E.; GODOY JÚNIOR, G.; TELLA, R. D. Armazenamento de sementes de arroz e milho em diferentes embalagens e localidades paulistas. **Bragantia**, v. 45, n. 2, p. 337-352, 1986.

[26] RIVERA, C. A. A.; **Qualidade fisiológica de sementes de milho doce sob diferentes condições de armazenamento**. 2011. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

[27] ROBERTS, E. H. Quantifying seed deterioration. In: McDONALD JUNIOR, M. B.; NELSON, C. J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, p. 101 – 123, 1986.

[28] SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA, C. A.; GEROLINETO, E.; Sementes de *Sorghum bicolor* L. – Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 11, n. 1, p. 188-192, 2011.

[29] VANZOLINI, S.; **Relações entre o vigor e testes de vigor com o desempenho das sementes e das plântulas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em campo.** 2002, 96 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

Capítulo 3

Revisão sobre o controle da cigarrinha-do-milho. Um comparativo entre inseticidas biológicos e químicos

Christian Lucas Silva Girardi
Fernanda Lourenço Dipple
https://orcid.org/0000-0003-3616-0359
Gabriela Maria Franz
https://orcid.org/0000-0002-5613-4425
Ana Cássia Silva Possamai
https://orcid.org/0000-0002-8785-8362
Eletisanda das Neves
https://orcid.org/0000-0002-4055-6658

Resumo: O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais grãos produzidos no Brasil e apresenta importância econômica e social mundial. A cigarrinha-do-milho *(Dalbulus maidis*) é uma das principais pragas do milho da atualidade por se tratar de um inseto vetor do complexo de enfezamento provocado por molicutes. Com isso, o objetivo deste trabalho foi combinar dados de múltiplos de estudos sobre o uso de controle químico e biológico de *D. maidis* a fim de estabelecer no panorama atual, possíveis soluções e perspectivas para o manejo da praga. A metodologia de pesquisa levou em consideração trabalhos desenvolvidos no período de 2016 a 2022 e a partir da busca realizada via *Google scholar* estabeleceu-se os seguintes tópicos a serem abordados: 1) Prejuízos causados por *Dalbulus maidis* no milho; 2) Controle Químico e principais inseticidas; 3) Controle biológico e seus microrganismos; 4) Controle químico *vs* biológico e 5) Indicação de manejo integrado. Gerando um conjunto de publicações que atenderam aos critérios e foram incluídas no material as citações de todos os dados extraídos para compor este trabalho. O uso conjunto do tratamento de sementes e pulverizações foliares com inseticidas químicos e biológicos proporciona maior eficácia do que o uso das técnicas isoladas. Muitos estudos ainda precisam ser desenvolvidos para que se desenvolvam ferramentas com elevada eficiência no controle de *D. maidis,* sendo a adoção conjunta de táticas do manejo integrado de pragas o mais recomendado para o controle desta praga.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; inseticidas químicos; fungos entomopatogênicos.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas amplamente cultivada no mundo, apresenta elevadaimportância econômica e social, por se tratar de alimento básico em muitas regiões. No ano de 2020 foram plantados 243,3 milhões de hectares rendendo uma colheita de 1,421 bilhões de toneladas de grãos com previsão de aumento paraa safra de 21/22 de 19,8% (FAOSTAT, 2022).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho,sendo responsável por 11,5% do volume produzido, é também o segundo grão de maior importância para o agronegócio brasileiro. Na safra de 2019/2020 foram produzidos 102 milhões de toneladas com produtividade média de 5,5 ton/ha (CONAB, 2021). Por ano ocorrem dois plantios de milho, o milho safra de setembro a dezembro e o chamado milho safrinha cultivado de janeiro a abril, um simultâneo ao cultivo da soja e outro na sucessão.

Durante o cultivo ocorre diversas pragas como a *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), lagarta-rosca *Agrotisípsilon* (Lepidoptera: Noctuidae), pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae), a cigarrinha-do-milho *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott),(Hemiptera: Cicadellidae dentre outras (VALICENTE et al., 2015).

O plantio de milho durante todo o ano ocasionou o aumento populacional da cigarrinha-do- milho que até alguns anos era considerada uma praga secundária, no entanto bastante importante nas lavouras de milho devido os prejuízos que causa.

Os danos observados podem ser diretos devido a sucção de seiva, ou indiretos por ser um vetor de patógenos e vírus. Estes insetos são vetores de molicutes, especificamente *Spiroplasma kunkelii* (*Corn stunt spiroplasma*) e fitoplasma domilho (*Maize bushy stunt phytoplasma*) e o vírus da risca do milho (MRFV-maize rayado fino vírus) que provocam o enfezamento pálido, enfezamento vermelho e o vírus da risca (MARQUES et al., 2019).

Os insetos colonizam os primeiros estádios da cultura alimentando-se da seiva do floema, enfraquecendo as plantas, muitas vezes levando a morte (ALVES et al., 2020). Quando o nívelpopulacional da cigarrinha-do-milho é muito alto naslavouras, há intensa sucção de seiva e grande quantidade de ovos depositados no limbo foliar, seca e morte das plantas jovens, os danos promovidos pela praga podem chegar a 100% (MARQUES et al., 2019). Por se tratar de um inseto vetor de doenças o nível de controle é a partir da presença ou ausência, sendo necessário oposicionamento de ferramentas de controle que entreguem resultados satisfatórios.

O controle químico é o principal método utilizado no controle da cigarrinha-do-milho, juntamente o tratamento de sementes havendo alguns produtos registrados (AGROFIT, 2021). No entanto, ainda existem resultados contraditórios quanto a uso de inseticidas químicos, além disso, muitos estudos apontam para a ineficiência do método (OLIVEIRA et al., 2007).

O uso de inseticidas biológicos é outra alternativa para o manejo da praga, podendo ser utilizado no tratamento de sementes ou via pulverização foliar, muito ainda precisa ser estudado no sentido de obter métodos de controle satisfatório para esta praga de difícil manejo. Com isso, o objetivo deste trabalho foi combinar dados de múltiplos de estudos sobre o uso de controle químico e biológico de *D. maidis* a fim de estabelecer no panorama atual, possíveis soluções e perspectivas para o manejo da praga.(GIRARDI,2022).

2. MATERIAL E MÉTODOS

No contexto de identificar pesquisas atuais sobre o manejo de cigarrinha do milho utilizando o controle biológico e controle químico, foi realizado busca manual no *Google Scholar* para identificarpublicações no período de 2016 a 2022, afim de reunir dados a respeito do manejo desta praga, os desafios no controle e as perspectivas futuras afim de contribuir para o posicionamento correto das ferramentas de controle.

A busca de artigos foi preferencialmente por materiais publicados em revistas indexadas e acessados na íntegra, desconsiderando resenhas, anais de conferências e capítulos de livros. Considerando para inclusão no estudo, os critérios determinantes: 1) Prejuízos causados por *Dalbulus maidis* no milho; 2) Controle Químico e principais inseticidas; 3) Controle biológico e seus microrganismos; 4) Controle químico *vs* biológico e 5) Indicação de manejo integrado. Gerando um conjunto de publicações que atenderam aos critérios e foram incluídas no material as citações detodos os dados extraídos para compor este trabalho.

A partir da busca foram obtidos até 1097 resultados em que 705 referem-se a controle biológico de *Dalbulusmaidis* e 392 relacionados a controle químico, somente 30 dentro desses 1097 resultados foram utilizados para o desenvolvimento da revisão. No entanto, muitos dos trabalhos desenvolvidos ainda se encontram em formato de teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso, havendo dificuldade em encontrar publicados em periódicos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Prejuízos causados por Dalbulus maidis no milho

Trata-se de um complexo de espécies que infestam a cultura durante todo o ciclo de cultivo, no Brasil ocorre apenas a *D. maidis,* no entanto em outros países são descritas a presença de *D. eliminatus*, *D. guevarai*, *D. quinquenotatus*, *D.gelbus*, *D. tripsacoides* e *Baldulus tripsaci* (MADDEN; NAULT, 1983). Os insetos preferem se estabelecer em plantas jovens de VE a V8, colonizando o cartucho das plantas, no entanto podem ocorrer durante todo o ciclo de cultivo (ALVES et al., 2020).

Os prejuízos ocasionados pela praga são diretos e indiretos. Os danos diretos ocorrem quando os insetos colonizam a planta e alimentam- se da seiva do floema, a infestação pode ocorrer durante todo o ciclo da cultura, no entanto são comuns logo após a germinação e emissão das primeiras folhas.

Quando ocorrem em plântulas recém germinadas a sucção contínua da seiva pode levar as plantas a morte. Além da intensa sucção de seiva há ainda a produção do *honeydew*, uma substância açucarada excretada pelos insetos que favorece a formação de fungos do gênero *Capnodium* sobre as folhas, dificultando a fotossíntese (OLIVEIRA et al., 2004; MARQUES et al., 2019).

Quando ocorrem grandes infestações, muitos ovos são ovipositados na bainha das folhas, além disso devido a sucção continua de seiva ocorre o secamento das folhas e dependendo da severidade, a morte das plantas (MARQUES et al., 2019).

O dano indireto ocorre pela transmissão de molicutes, bactérias provocam o pleomorfismo celular. Os molicutes podem colonizar células vegetais, e multiplicam-se no floema, promovendo distúrbios fisiológicos e produtivos. Os molicutes são capazes de se multiplicar no trato digestivo de insetos da ordem Hemiptera, os principais transmissores dessas bactérias (OSHIMA et al., 2013). Os molicutes podem se estabelecer em mais de 700

espécies de plantas, dentre elas o milho (OSHIMA et al., 2013; WEINTRAUB; BEANLAND, 2006).

A infecção promove diversas alterações hormonais, prejudicando diretamente as estruturas reprodutoras(MICHEREFF, 2001). Além disso, ocorre ainda a redução da assimilação de nutrientes, retardando o desenvolvimento e consequentemente o tamanhoda planta devido ao encurtamento de entrenós e na parte reprodutora ocorre a formação de espigas pequenas e defeituosas, malformação dos grãos e redução do tamanho e peso, ou a improdutividade (KIMATI et al., 1997). Quanto mais cedo a planta é infectada maior a severidade dos sintomas, o que reforça a importância da utilização de cultivares resistentes aos vírus.

O enfezamento vermelho acomete a planta provocando lesões avermelhadas nas pontas e bordas das plantas, os primeiros sintomas costumam aparecer duas semanas após a contaminação e se intensificam após o florescimento persistindo no enchimento dos grãos. Além das manchas nas folhas, podem ocorrer brotações na base da inserção da espiga e perfilhamento da planta (SABATO, 2018).

O enfezamento pálido provoca o aparecimento de manchas cloróticas na borda das folhas, os sintomas aparecem na fase reprodutiva da planta e provoca a formação de espigas pequenas, muitas vezes com grãos murchos ou com baixo enchimento de grãos. Os danos variam conforme a época de infecção da planta e resistência a doença (SABATO; LANDAU; OLIVEIRA, 2014). O vírus da risca *Maize rayado fino vírus* (MRFV) é provocado por outro vírus transmitido pela cigarrinha-do-milho, normalmente acomete as plantas de forma simultânea aosenfezamentos. Os sintomas do vírus da risca são observados logo que a planta é infectada e apresenta manchas cloróticas ao longo da folha (SABATO, 2018).

Na cultura do milho ocorrem dois molicutes: o *Maize bushy stunt phytoplasma* (MBSP) que causa o enfezamento vermelho e o *Spiroplasmakunkelii*, causador do enfezamento pálido, essas doenças podem ocorrer de forma simultânea, sendo classificado como complexo de enfezamento no milho (MARQUES et al., 2019).

A transmissão dos molicutes é do tipo persistente tanto nas plantas como no inseto (FAJARDO; NICKEL, 2019), os sintomas são facilmente confundidos com deficiência de nutrientes, no caso do enfezamento vermelho asfolhas apresentam coração arroxeada, podendo ser confundida com deficiência de fósforo, dificultando sua identificação (EMBRAPA, 2018).

Os enfezamentos afetam os fotossistemas da planta, prejudicando a fotossíntese e consequentemente a menor produção de fotoassimilados (OLIVEIRA et al., 2004). Os sintomas de virescência associados aos molicutes provocam desenvolvimento de cloroplastos em órgãos sem clorofila, como flores e a transformação de órgãos florais em estruturas foliares.

3.2. Controle químico e principais inseticidas

O controle químico é o principal método utilizado no manejo da cigarrinha-do-milho, seja por tratamento de semente ou pulverização sobre a planta (ALBUQUERQUE, 2006). A partir de 2016 constam cerca de 392 manuscritos que versam sobre o uso de produtos químicos e misturas no controle da cigarrinha-do-milho, no entanto, poucos estudam a eficácia de produtos no controle da pragae os efeitos sobre a prevenção das doenças. Atualmente existem 35 produtos registradospara o manejo de cigarrinha-do-milho, destinados para tratamento de sementes e pulverização. Para otratamento de sementes os produtos estão divididos em quatro princípios ativos: Tiametoxam, imidacloprido, Lambda-cialotrina e Clotianidina. Enquanto que os produtos destinados apulverização apresentam 12 princípios ativos (Tabela1).

Tabela 1. Inseticidas químicos registrados para o tratamento de sementes de milho para o manejo de Dalbulus maidis.

Nome comercial	Princípio ativo	Empresa
Tratamento de sementes		
Adage 350 FS	Tiametoxam	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Cropstar	Imidacloprido+tiodicarbe	Bayer S. A
Cruiser Opti	Lambda-cialotria+tiametoxam	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Cruiser 350 FS	Tiametoxam	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Cruiser 600 FS	Tiametoxam	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Gaucho	Imidacloprido	Bayer S. A
ÍmparBR	Tiametoxam	Ouro Fino Química
Inside FS	Clotianidina	Sumitomo Chemical Brasil
Much 600 FS	Imidacloprido	Albaug Agro Brasil
Picus	Imidacloprido	FMC Química do Brasil
Poncho	Clotianidina	Basf S. A
Saluzi 600 FS	Imidacloprido	Rotam do Brasil Agroquímicos e produtos Agrícolas
Sectia 350	Tiametoxam	Ouro Fino Química
Siber	Imidacloprido	Bayer S. A
Sombrero	Imidacloprido	Adama Brasil S. A
Vigorbr	Imidacloprido	Ouro Fino Química
Zapret FS	Imidacloprido	Avgust Crop Protection Importações e Exportações Ltda
Pulverização		
Bold	Acetamiprido+ fenpropatrina	Iharabras S. A
Connect	Beta-ciflutrina+imidacloprido	Bayer S. A
Curbix 200 SC	Etiprole	Bayer S. A
Curyom 550 EC	Lufenurom+ profenofós	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Daniato	Acefato	Ouro Fino Química
Feroce	Acefato+ bifentrina	UPL
Galil SC. Safari; Atreus	Bifentrina +imidacloprido	Adama Brasil S. A
Imidacloprid Nortox	Imidacloprido	Nortox S. A
Lannate BR	Metomil	Corteva Agriscience do Brasil Ltda
Magnum	Acefato	Adama Brasil S. A
Orthene Plus	Acefato	UPL do Brasil Indústria e Comércio
Perito 970 SG	Acefato	UPL do Brasil Indústria e Comércio
Polytrin	Cipermetrina+ profenofós	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Polytrin 400/40 EC	Cipermetrina+ profenofós	Syngenta Proteção de cultivos Ltda
Racio	Acefato	Ouro Fino Química
Sperto	Acetamiprido + bifentrina	UPL
Talisman	Bifentrina+carbossulfano	FMC Química do Brasil
Vivantha; Franco; Koyam	Tiametoxam	Ouro Fino Química

Fonte: AGROFIT, 2022.

Em trabalho realizado por Faria (2018), avaliando nove inseticidas químicos Engeo Pleno S (Tiametoxam e Lambda-Cialotrina), Ampligo (Lambda-Cialotrina), Galil SC (Imidacloprido e Bifentrina), Marshal 400 SC (Carbosulfano), Polytrin 400 CE (Cipermetrina e Profenofós), Acefato Nortox(Acefato), Malathion 440 EW (Malationa) e Karate Zeon 250 CS e Imidacloprid Nortox (Lambda- Cialotrina /Imidacloprido) não constatou-se produtoscom 80% ou mais de eficiência, não sendo recomendados para o controle da cigarrinha-do- milho. Os resultados de eficiência variam conformeo produto, o uso de adjuvantes e método de aplicação (Tabela 2).

Tabela 2. Produtos microbiológicos registrados para o controle de Dalbulus maidis.

Produto	Ativo	Empresa
Ballvéria®	*Beauveria bassiana* isolado IBCB 66	Ballagro Agro Tecnologia
Ecobass®	*Beauveria bassiana* isolado IBCB 66	Toyobo do Brasil
Bovéria-Turbo®	*Beauveria bassiana* isolado IBCB 66	Vittia Grupo
Auin CE ®	*Beauveria bassiana* isolado CBMAI 1306	Agrivalle
BeauveControl®	*Beauveria bassiana*	Simbiose
Bovemip®	*Beauveria bassiana* cepa IBCB 66	Promip
FlyControl®	*Beauveria bassiana, Simbi* BB 15	Simbiose
Octane®	*Isaria fumosorosea*, cepa ESALQ-1296	Koppert

Fonte: AGROFIT, 2022.

Silveira (2019) avaliando a aplicação de clotianidina, Tiametoxam e clorantraniliprole notratamento de sementes de milho, observou queindependente do produto, o tratamento de sementesfoi eficiente até 25 dias após a semeadura. No entanto ao avaliar o tratamento via foliar com metomil, tiametoxam + lambda-cialotrina e clorpirifóshouve baixa eficácia no controle de adultos de cigarrinha-do-milho, no entanto houve diminuição daalimentação e a contaminação das plantas. A redução da alimentação dos adultos é um parâmetro importante, pois reduz a sucção de seiva que enfraquece as plantas, no entanto, não evita a contaminação das plantas.

Um mesmo produto pode apresentar elevada eficácia quando utilizado no tratamento de sementes e resultados insatisfatórios quando utilizado via pulverização foliar. Neves et al. (2022) ao utilizar imidacloprid e clotianidina para o tratamento de sementes reduziu os sintomas do enfezamento e reduziu as perdas de rendimento de 20 a 60% nos estágios de crescimento do milho VE-V4. As diferenças podem ocorrer ao estádio de desenvolvimento do inseto, eficácia da aplicação ou mesmo hábitos alimentares dos insetos adultos.

Do Prado Ribeiro, Dedonatti e Nesi (2018) avaliaram o uso de imidacloprido, tiametoxam, imidacloprido+thiodicarb, fipronil, imidacloprido+bifentrina, clorantraniliprole eclorantraniliprole+clotianidina no tratamento de sementes de milho e aplicação foliar. Os tratamentos utilizados não interferiram no número de insetos adultos e o tratamento de sementes não refletiu na produtividade do milho.

Outro fator importante a ser observado é a utilizaçãode adjuvantes e espalhantes que proporcionam maior aderência dos produtos, podendo influenciar na eficiência do produto. A utilização de surfactante aumentou a eficiência da aplicação do inseticidaFast Duo® (acetamiprido; alfa-cipermetrina) quando comparado ao uso do produto de forma isolada em trabalho realizado em milho por Rossini et al. (2020). Apesar de ser o método de controle mais usual, trabalhos com controle químico de cigarrinha-do-milho via pulverização são escassos.

3.3. Controle biológico e seus microrganismos

O uso de microbiológicos no manejo de pragas tem crescido ano após ano, principalmente devido a novas formulações que facilitam o uso, transporte e armazenagem. Os ativos dos produtos são vírus, bactérias e fungos entomopatogênicos que ocorrem naturalmente e que após isolados são transformados em formulados. No Brasil 50% dos produtos formulados a base de microbiológicos utilizam fungos

entomopatogênicos com a maioria baseada em *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana s. striana* (MASCARIN et al., 2019).

A eficiência varia conforme o produto, formade aplicação e região, no entanto o uso de microbiológicos é uma ferramenta a mais no manejoda praga. Os produtos registrados até o momento para o manejo de *Dalbulus maidis* no Brasil são a base de *Beauveria bassiana* e *Isaria fumosorosea* (Tabela 2).

No Brasil, foram registrados adultos de *D. maidis* infectados por *M. brasiliense* em ambientes agrícolas em várias regiões, por ocorrência natural do fungo (SOUZA et al., 2021). Em testes preliminares em laboratório, o *Metarhizium robertsii* apresentou eficiência de até 87,8% sobre adultos de *D. maidis* (IWANICKI et al., 2021), representando uma alternativa futura para o controle biológico da praga. Em experimentos a campo conduzidos por Junqueira (2021) o fungo *Metarhizium anisopliae* apresentou elevada eficiência de controle de *D. maidis* quando comparado a isolados de *Beauveria bassiana*, podendo ser utilizado no manejo da pragaem aplicações foliares.

3.4. Controle químico vs biológico

A *D. maidis* ganhou importância de praga chave da cultura do milho nos últimos anos principalmente devido a disponibilidade dohospedeiro durante um maior período de tempo durante o ano agrícola, devido ao plantio do milho safra e safrinha. A praga é de difícil controle sendo a associação do controle químico e do biológico a melhor saída para o manejo satisfatório da praga. Isso porque a cigarrinha-do-milho apresenta alguns aspectos inerentes a praga como ataque as plântulas recém germinadas, havendo a contaminação precoce das plantas, com oviposição de ovos, o que garante a permanência da praga no sistema de cultivo. Sendo importantíssimo o tratamento de sementes, que protegerá as plântulasaté o 25º dia após a germinação (SILVEIRA, 2019). No entanto, apenas o tratamento de sementes não é o suficiente para controlar a praga, sendo a associação de pulverizações foliares com inseticidas químicos e biológicos uma necessidade para manutenção da população de *D. maidis* baixa, assegurando menor infestação nos próximos cultivos (GIRARDI, 2022).

Outro aspecto importante a ser ressaltado é a busca pela eficiência das aplicações, pois a calda precisa atingir o alvo para que haja maior redução da população de *D. maidis.* No momento não há um método que seja o mais indicado para o controle da praga, sendo imprescindível que haja diversificação.

O controle varietal a partir do uso de variedades resistentes e tolerantes às doenças auxiliará principalmente na redução dos danos eperda de produtividade. No entanto, ainda não são descritos materiais de milho com estas características (MARQUEZ-DIEGO et al., 2021), sendo necessário mais estudos neste sentido,principalmente devido ao constante lançamento de novos híbridos de milho. Alguns híbridos de milho podem apresentar apenas 10% de plantas infectadas pelo enfezamento, enquanto outros podem atingir 65%, sendo valores muito variáveis e que necessitam de mais estudos para o estabelecimento de materiais resistentes (COSTA etal., 2019).

A época de semeadura é outro fator que afeta a ocorrência da cigarrinha-do-milho econsequentemente a ocorrência dos enfezamentos, plantios tardios são os mais afetados pela praga (OLIVEIRA et al., 2017; SABATO, 2017; COSTA et al., 2019). O plantio escalonado é desaconselhável devido a capacidade migratória da praga e preferência por plantas mais jovens, o que leva a migração da praga de áreas com plantas mais velhas para áreas com plantas recém emergidas(OLIVEIRA et al., 2013; SABATO, 2018; ALVES et al., 2020).

Além disso, o escalonamento do plantio promove a disponibilidade de alimento por maiorperíodo de tempo para as pragas permitindo que maior número de insetos complete seu ciclo e proporcionando a permanência da praga nas áreas de cultivo (ALVES et al., 2020).

O manejo de plantas espontâneas reduz a disponibilidade de alimento e abrigo para a cigarrinha-do-milho, sendo assim é importante erradicar da área de cultivo plantas hospedeiras (OLIVEIRA; FRIZZAS; OLIVEIRA, 2020). A ocorrência de milho "tiguera" também deve ser prevenida, pela regulagem das máquinas e métodos rradicação da área de cultivo, pois é uma fonte de microbiológicos para que haja redução dos alimento e abrigo para a praga nos períodos sem a prejuízos praga e cultura (ALVES et al., 2020).

3.5. Indicação de manejo integrado

O manejo das sementes é indispensável, principalmente em áreas com a ocorrência da praga, pois trata-se de ummanejo essencial para evitar maiores perdas (SABATO; OLIVEIRA, 2019; ALVES et al., 2020). A pulverização foliar com inseticidas químicos e cigarrinha-do-milho apresenta elevada biológicos manejo importância no cenário atual por estar ligada a doenças altamente agressivas que provocam perdas na produtividade e que não apresentam medida curativa eficiente. As ferramentas de manejointegrado indicadas pra o manejo da praga e consequentemente da doença são as mesmas indicadas para o MIP das demais culturas que tem como base a identificação correta das pragas, omonitoramento, utilização dos níveis de controle para tomada de decisão e avaliação da mortalidade natural do agroecossistema (SABATO; OLIVEIRA 2019; ALVES et al., 2020). dos adultos como formas de redução populacional para evitar a morte das plantas devido a elevada sucção de seiva e para reduzir o número de indivíduos que possam migrar para novas áreas de cultivo (ALVES et al., 2020).

O controle biológico a partir do uso de macrobiológicos tem sido amplamente estudado para o manejo de cigarrinha-do-milho. O parasitoide de ovos *Anagrus virlai* (Hymenoptera: Mymaridae) éum dos agentes de controle biológico que tem sido estudado para o manejo desta praga, apresentando resultados promissores em laboratório (HILL et al., 2019; ALBARRACIN, VIRLA; ORDANO, 2021).

Além disso, são descritas a ocorrência de *A.virlai, Anagrus* sp. (Hymenoptera: Mymaridae) e *Paracentrobia* sp. (Hymenoptera:Trichogrammatidae) e *Paracentrobia* sp. Near *subflava* (Girault) (Hymenoptera:Trichogrammatidae) ocorrendo naturalmente em cultivos de milho e parasitando ovos de *D. maidis* (BECERRA-CHIRON; MOYA-RAYGOZA, 2018; TORRES-MORENO; MOYA-RAYGOZA, 2021). Os estudos com o uso destes parasitoides ainda estão no início, no entanto futuramente pode ser uma ferramenta a mais no manejo da *D. maidis,* auxiliando na redução do ataque da praga.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização isolada das táticas de controle não é capaz de garantir alta eficiência no controle da praga durante todo o ciclo do milho. Sendo necessário o emprego conjunto de táticas como o tratamento de sementes e a pulverização foliar de inseticidas químicos e biológicos afim de reduzir a infestação *D. maidis* e os prejuízos à produção. Os estudos utilizando inseticidas químicos em pulverização são controversos sendo a diversificação do uso de táticas e testes atestem a eficácia do tratamento para que que não ncorra ao produtor gastos desnecessários. Estudos com fungos entomopatogênicos B. bassiana têm resultado em elevada eficiência de controle e estudos preliminares com cepas de M. robertsii demonstram eficiência acima de 80% no controle da praga, podendo em breve compor a lista de microrganismos recomendados para o controle de *D. Maidis*

REFERÊNCIAS

[1] AGROFIT (Brasil). **Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021.Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/prin cipal_agrofit_cons>. Acesso em: 19 abr. 2022.

[2] ALVES, A.P., PARODY, B., BARBOSA, C. M., OLIVEIRA, C.M. de, SACHS, C., SABATO, E.de O., GAVA, F., DANIEL, H., OLIVEIRA, I. R. de, FORESTI, J., COTA, L. V., CAMPANTE, P., GAROLLO, P. R. PALATNIK, P., ARAUJO, R. M. **Guia de boas práticas para o manejo dosenfezamentos e da cigarrinha-do-milho.** Embrapa Cerrados, Brasília-DF, 33 p., 2020.Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1129511>. Acesso em: 19 abr.2022.

[3] ALBARRACIN, E.L., VIRLA, E.G., ORDANO, M. Influence of the site of oviposition on the level of egg parasitism in the corn leafhopper, *Dalbulus maidis.*

[4] (Hemiptera: Cicadellidae). **Anais...** Academia Brasileira de Ciências**,** v. 93, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1653/024.103.0209>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[5] BECERRA-CHIRON, I. M., MOYA-RAYGOZA, G. Egg parasitoids of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) within maize agroecosystems and in the edge zones of maizefields, and on maize varieties during the wet season in Mexico**.**

[6] **Journal of Insect Science**, v. 18, n. 6, 14, 2018.Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey116>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[7] CONAB (Companhia Nacional deAbastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos 2021/2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/39691_7cfce4cdbe69deafc9a9a0cad72d554d>. Acesso em: 27 nov. 2021.

[8] DO PRADO RIBEIRO, L., DEDONATTI, E., NESI, C. N. Management of southern corn rootworm and leafhoppers by treating seeds: field assessments in maize second crop in Southern Brazil. **Maydica**, v. 63, n. 3, p. 8. 2018.

[9] COSTA, R.V.; SILVA, D. D.; COTA,. V.; CAMPOS, L. J. M.,; ALMEIDA, R. E. M.; BERNARDES, F. P. Incidência de doença deacrobacia de milho em híbridos de milho fora deépoca em diferentes estações de semeadura.**Pesqui Agropecu Bras** v. 54:p.00872. 2019.https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2019.V54.00872>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[10] EMBRAPA. **Cigarrinhas e enfezamentos nomilho: manejo do risco e convivência.** 2018.Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca- de-noticias/-/noticia/32498191/cigarrinha-enfezamentos-no-milho-manejo-do-risco-e-convivencia>. Acesso em:30 mar. 2022.

[11] FAOSTAT (2022). [FAO Statistics database].[online].**Available from** Disponível em: <http://faostat3.fao.org [2022-04-18]> Acesso em:18.abr.2022.

[12] FAJARDO, T.V.M., NICKEL, O. **Transmissão devírus e controle de viroses em plantas**. EMBRAPA UVA E VINHO. Bento Gonçalves,RS, 2019.

[13] HILL, J. G., ALBARRACIN, E. L., ARAOZ, M. V. C., VIRLA, E. G. Effects of host species andhost age on biological parameters of *Anagrus virlai* (Hymenoptera: Mymaridae), an eggparasitoid of *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) and *Peregrinus maidis* (Hemiptera:Delphacidae). **Biological Control**, 131, 74-80.2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.12.002. Acesso em: 03 mai. 2022.

[14] IWANICKI, N. S., MASCARIN, G. M., MORENO, S. G., EILENBERG, J., DELALIBERA, I. Development of novel spray-dried and air-dried formulations of *Metarhizium robertsii* blastospores and their virulence against *Dalbulus maidis*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 105, n. 20, p. 7913-7933. 2021.

[15] JUNQUEIRA, G. G. **Proposta de controle da cigarrinha-do-milho através demétodos alternativos em Orizona (Goiás).** 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/2043/1/tcc_Guilherme%20Gon%c3%a7alves%20Junqueira%20.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[16] KIMATI, H., AMORIM, L., REZENDE, J.A.M., BERGAMIM FILHO, A., CAMARGO, L.E.A. (Ed.). Manual de fitopatologia. 3. ed. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1997. v. 2. 663 p.

[17] MADDEN, L.V., NAULT, L.R. Differential pathogenicity of corn stunting mollicutes to leafhopper vector in *Dalbulus* and *Baldulus* species. **Phytopathology**, St Paul, v. 73, n. 2, p.1608-1614, 1983.

[18] MASCARIN, G. M., LOPES, R. B., DELALIBERAJR, Í., FERNANDES, É. K. K., LUZ, C., FARIA, M. Current status and perspectives of fungalentomopathogens used for microbial control ofarthropod pests in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.165, p.46-53. 2019.Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.001>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[19] MARQUES, R. S., CUNHA, J. P. A. R. D., ALVES, G. S., ALVES, T. C., SILVA, S. M., ZANDONADI, C. H. S. Control of *Dalbulus maidis* in maize crop with electrostatic spraying. **Biosci. J. (Online),** p. 1780-1788. 2019.

[20] MÁRQUEZ-DIEGO, J. J.; LEÓN-GARCÍA DEALBA, C.D., ROJAS-ARTÍNEZ, .I., SÁNCHEZ-PALE, J.R. Incidencia y efecto de la enfermedad "mano de chango" en la producción de 29 genotipos de maíz. **Revista Mexicana de Fitopatología,** v. 39, n. 3, p. 529-537. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2106-2>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[21] NEVES, T.N., FORESTI, J., SILVA, P.R., ALVES, E., ROCHA, R., OLIVEIRA, C.,PICANÇO, M.C.; PEREIRA, E.J. Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. **Pest Management Science**, v. 78, n. 4, p.1482-1491.2022. Disponível em: < https://doi.org/10.1002/ps.6766>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[22] OLIVEIRA, C.M.D., OLIVEIRA, E.D., CANUTO, M., CRUZ, I. Controle químico da cigarrinha-do- milho e incidência dos enfezamentos causados por molicutes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42 n. 3, p.297-303. 2007.

[23] OLIVEIRA, E. de, DUARTE, A. P., CARVALHO, R.V. de, OLIVEIRA, A. C. de. Molicutes e vírus na cultura do milho no Brasil: caracterização e fatores que afetam sua incidência. In: OLIVEIRA, E., OLIVEIRA, C.M. **Doenças em milho. Molicutes, vírus, vetores e mancha por Phaeosphaeria.** Brasilia, DF, 2004. p. 17-34.

[24] OLIVEIRA, C. M., SABATO, E. O. **Doenças no milho:** vetos de insetos, moluscos e vírus, 1ºedn. Embrapa Informação Tecnológica. 2017.

[25] OLIVEIRA, C.M., FRIZZAS, M.R., OLIVEIRA, E. Plantas de overwintering para

[26] adultos Dalbulus maidis (DeLong e Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) durante a entressafra de milho no centro do Brasil. **Int. J. Trop. Insect. Sci.** v. 40:p.1105-1111. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00165-0>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[27] OLIVEIRA, C. M., LOPES, J. R. S., NAULT, L. R. Estratégias de sobrevivência

[28] da Dalbulus maidisdurante a entrelúgeno no Brasil. **Entomol Exp. Appl.** 147:141-153. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/eea.12059>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[29] OSHIMA, K., MAEJIMA, K., NAMBA, S. Genomic and evolutionary aspects of phytoplasmas. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 4, p. 1-8. 2013.

[30] SABATO, E. de O. **Manejo do risco de enfezamentos e da cigarrinha no milho**. Embrapa Milho e Sorgo: Comunicado Técnico, 226, 18 p., 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1091746>. Acesso em: 03 mai. 2022.

[31] SABATO, E. O., LANDAU, E. C., COELHO, A. M. Effect of the corn stunt spiroplasma disease on maize production. In: International Congress of Plant Pathology, 10. **Acta Phytopathologica Sinica,** 43, Supplement, Beijing, China, p 203. 2013.

[32] SABATO, E. O. Doenças de desnutrição demilho. In: Oliveira CM, Sabato EO (eds) **Doenças no milho:** vetos de insetos, moluscos e vírus. Embrapa Informação Tecnológica e Embrapa Milho e Sorgo, Brasília e Sete Lagoas, pp 11-23. 2017.

[33] SABATO, E. O., OLIVEIRA, C. M. **Cigarrinha, enfezamentos e viroses no milho:** identificação e manejo do risco. Embrapa Informação Tecnológica. 2019.

[34] ROSSINI, L. A. D. C. J., SANTOS, G., RIBEIRO, J. D., de BARROS REIS, F. (2020). Associação de surfactantes a inseticidas para o controle de *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do milho.**Brazilian Journal of Animal andEnvironmental Research**, v.3, n. 4, p. 4022- 4029.

[35] SILVEIRA, C. H. **Eficácia de inseticidas no controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott)(Hemiptera: Cicadellidae) e da transmissão de *espiroplasma* do milho**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[36] SOUZA, D. A., de OLIVEIRA, C. M., TAMAI, M. A., FARIA, M., LOPES, R. B. First report on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in populations of the leafhopper *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae): Pathogen identifications and their incidence in maizecrops. **Fungal Biology**, 125 (12), 980-988. 2021.https://doi.org/10.1016/j.funbio.2021.08.004

[37] TORRES-MORENO, R.; MOYA-RAYGOZA, G. Diversity and Parasitism by Parasitic Wasps That Attack *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae) on Year-Round and SeasonalMaize Agroecosystems. **Environmental Entomology,** v. 50, n. 5, p. 1088-1094, 2021.https://doi.org/10.1093/ee/nvab070.

[38] WEINTRAUB, P. G; BEANLAND, L. Insect vectors of phytoplasmas. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 51, p. 91-111, 2006.

Capítulo 4

Capacidade de diferentes tipos de cobertura vegetal na taxa de interceptação da água da chuva

Giuliana Godoi de Freitas
https://orcid.org/0009-0004-2148-9228
Abner Jose Correa Pereira Rui
Flávio Cosme dos Santos
https://orcid.org/0009-0000-7617-4267
Guilherme Líber França.
Claudio Arruda, Muchagata
Rodrigo Santos Nogueira Lima Junior
Micheli da Silva Fantazia
Ronikley José Pereira Guimarães
https://orcid.org/0009-0001-7349-0325
Eletisanda das Neves
https://orcid.org/0000-0002-4055-6658
Tadeu Miranda de Queiroz
https://orcid.org/0000-0002-1959-7658

Resumo: A interceptação da água da chuva pela cobertura vegetal é um processo fundamental que influencia diretamente o balanço hídrico do solo e o ciclo hidrológico. As estruturas foliares das plantas funcionam como barreiras naturais, retendo parte da precipitação antes que esta atinja o solo, o que contribui para a redução do escoamento superficial e regula a vazão dos cursos d'água ao longo do tempo. A eficácia desse processo depende da morfologia das plantas, densidade foliar, área de cobertura e estágio de desenvolvimento vegetativo. Assim, compreender como diferentes tipos de vegetação interferem na interceptação da chuva é essencial para o manejo hídrico sustentável, especialmente em contextos agrícolas e urbanos. O experimento foi desenvolvido com o objetivo de verificar a interceptação da água da chuva pela cobertura vegetal, comparando diferentes tipos de folhas quanto à quantidade de água retida e a água que efetivamente atinge o solo. Os resultados obtidos demonstram que as coberturas com folhas largas apresentaram maiores volumes interceptados quando comparadas às de folhas estreitas sob condições semelhantes de precipitação. Conclui-se que os dados de interceptação da cobertura vegetal são relevantes para o planejamento ambiental, agricultura e gestão de recursos hídricos.

Palavras Chave: Morfologia das plantas; Interceptação da Chuva; Infiltração.

1. INTRODUÇÃO

A interceptação da água da chuva pela cobertura vegetal é um dos principais processos que influenciam o balanço hídrico do solo. As estruturas foliares das plantas atuam como barreiras naturais, retendo parte da precipitação antes que esta atinja diretamente o solo (BLAKE, 1972). Esse fenômeno interfere no ciclo hidrológico, contribuindo para a redução do escoamento superficial e para a regulação da vazão dos cursos d'água ao longo do ano. A dinâmica da interceptação varia de acordo com a morfologia da planta, densidade foliar, área de cobertura e estágio de desenvolvimento vegetativo (TUCCI; CLARKE, 1997). Segundo os autores, a vegetação, ao reter parte da água da chuva em sua superfície foliar, reduz o impacto direto das gotas no solo e contribui para a infiltração hídrica. Compreender como diferentes tipos de cobertura vegetal interferem nesse processo é essencial para o manejo hídrico e para a conservação do solo, especialmente em ambientes agrícolas e urbanos (MANDAL, 2023). Alguns estudos realizados demonstram a eficiência que tem as áreas com vegetação adensadas, na interceptação da água da chuva quando comparadas a áreas de solos expostos, ajudando na redução do impacto das gotas, erosão superficial e perda de nutrientes.

A interceptação da precipitação varia de acordo com o tipo de cobertura vegetal, sendo mais elevada em formações vegetais densas e reduzida em áreas de pastagens e culturas agrícolas. Essas variações exercem influência direta sobre os processos hidrológicos, como o escoamento superficial e a infiltração da água no solo. Segundo Silva, Pereira e Costa (2025), a análise da interceptação é essencial para o planejamento adequado do uso do solo e para a conservação ambiental. Em regiões suscetíveis a eventos extremos de precipitação, esse conhecimento contribui para o manejo sustentável dos recursos hídricos. Além disso, as mudanças climáticas e a intensificação do uso do solo, especialmente com a expansão agrícola e urbana, tornam o estudo da interceptação ainda mais relevante. Compreender como diferentes coberturas vegetais interferem nos fluxos hidrológicos é fundamental para a mitigação de impactos ambientais e para a gestão eficiente da água (SILVA et al., 2025).

A quantidade de água interceptada varia em função de diversos fatores, como o tipo de cobertura vegetal, a densidade do dossel, o índice de área foliar, além da intensidade e duração das chuvas (GASH, 1979; LLORENS e DOMINGO, 2007). Diferentes tipos de vegetação apresentam comportamentos distintos em relação à interceptação da chuva. Nas florestas tropicais, por exemplo, podem reter de 10% a 50% da precipitação total, devido à sua complexa estrutura e elevada densidade de copa (LUIZÃO, 1989).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a interceptação da água da chuva simulada por diferentes massas foliares.

O experimento buscou avaliar a eficiência da cobertura vegetal na retenção de água, contribuindo para o entendimento de práticas que favorecem a infiltração, reduzem a erosão e melhoram a sustentabilidade dos sistemas de cultivo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de verificar a interceptação da água da chuva pela cobertura vegetal, comparando diferentes tipos de folhas quanto à quantidade de água retida e a água que efetivamente atinge o solo. Inicialmente, foram selecionados pelo menos três recipientes coletores idênticos (baldes, bacias ou vasos grandes), garantindo a padronização das áreas de coleta e evitando interferências nos

resultados. Cada recipiente foi posicionado em uma superfície plana e estável, preferencialmente ao ar livre ou em um ambiente controlado, para assegurar condições semelhantes durante a simulação da chuva.

Em seguida, sobre cada recipiente foi instalada uma cobertura vegetal distinta, utilizando plantas com folhas largas e folhas estreitas, folhas de tomateiro, folhas de maracujá, folhas jovens de coqueiro, cultura de grama, enquanto um dos recipientes permaneceu sem cobertura vegetal(substrato), servindo como tratamento controle. Quando necessário, funis foram acoplados aos recipientes para direcionar melhor a água coletada e minimizar perdas por respingos. A simulação da chuva foi realizada com regadores pequenos, aplicando-se a água de forma uniforme e constante sobre as plantas, mantendo a mesma altura e intensidade de aplicação para todos os tratamentos. O tempo de aplicação da "chuva" foi controlado com o auxílio de um cronômetro ou relógio, assegurando que todos os recipientes recebessem precipitação durante o mesmo intervalo de tempo.

Paralelamente, foi utilizado um pluviômetro simples, confeccionado a partir de um recipiente cilíndrico com marcações de volume ou altura, para medir a quantidade total de água aplicada durante cada simulação. Após o término da aplicação, a água coletada em cada recipiente foi medida com o auxílio de uma proveta graduada ou copo medidor, registrando-se os volumes correspondentes. A diferença entre a precipitação total medida pelo pluviômetro e o volume de água coletado nos recipientes sob cobertura vegetal foi considerada como a água interceptada pela vegetação. Todas as observações, medições e tempos foram devidamente registrados em caderno de anotações, possibilitando a posterior análise e comparação dos resultados entre os diferentes tipos de cobertura vegetal.

A fórmula utilizada para calcular a percentagem de interceptação foi:

$$\text{Taxa de Interceptação (\%)} = \left(\frac{P - VE}{P} \right)$$

Onde: P= Precipitação Total;

VE= Volume Escoado

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal demonstrou ser um fator determinante na interceptação da água da chuva, de acordo com os resultados do experimento com simulação da precipitação.

Na tabela 1 pode-se verificar que as diferentes coberturas de vegetação têm um papel significativo que reforçam a importância do uso de coberturas vegetais na conservação da umidade do solo, promovendo maior infiltração e reduzindo o escoamento superficial, o que contribui para a mitigação de processos erosivos.

Tabela 1- Taxa de interceptação da água da chuva simulada para diferentes coberturas de vegetação.

Cobertura vegetal	Precipitação total(ml)	Volume escoado(ml)	Volume interceptado(ml)	Taxa de interceptação(%)
Folhas largas	200	88	112	56
Folhas estreitas	200	110	90	45
Folhas de tomateiro	150	45	105	70
Grama	150	56	94	62,67
Folhas estreitas de coqueiro	975	925	50	5,13
Folhas largas de maracujá	975	800	175	17,95
Substrato-condição de controle	150	73	77	51,33

A análise dos dados apresentados na tabela 1 evidencia diferenças consideráveis na interceptação da água da chuva entre os distintos tipos de cobertura vegetal, confirmando a influência das características morfológicas das plantas nesse processo hidrológico. Observa-se também, que as coberturas com folhas largas apresentaram maiores volumes interceptados quando comparadas às de folhas estreitas sob condições semelhantes de precipitação. No caso das folhas largas, com precipitação total de 200 ml, o volume interceptado foi de 112 ml, correspondendo a uma taxa de interceptação de 56%, enquanto as folhas estreitas interceptaram apenas 90 ml, resultando em 45%. Esse comportamento indica que folhas mais largas oferecem maior área de contato, favorecendo a retenção da água.

As folhas de tomateiro destacaram-se por apresentar a maior taxa de interceptação entre os tratamentos com precipitação de 150 ml, atingindo 70% de interceptação. Esse resultado pode estar associado à disposição das folhas, à presença de rugosidade e à arquitetura da planta, que favorecem a retenção da água antes que ela escoe para o solo. A grama, embora apresente folhas estreitas, registrou uma taxa de interceptação relativamente elevada (62,67%), sugerindo que a densidade da cobertura vegetal e o arranjo das folhas também exercem papel fundamental, compensando a menor largura foliar

Por outro lado, os resultados obtidos para o coqueiro e o maracujá, ambos submetidos a uma precipitação total de 975 ml, demonstraram taxas de interceptação relativamente menores. As folhas estreitas de coqueiro interceptaram apenas 5,13% da precipitação, enquanto as folhas largas de maracujá atingiram 17,95%. Esses valores indicam que, em eventos de maior volume de chuva, a capacidade de interceptação da vegetação tende a ser rapidamente saturada, aumentando o volume de água escoado. No caso do coqueiro, a forma alongada e a inclinação das folhas favorecem o escoamento rápido da água, reduzindo a retenção.

O substrato em condição de controle apresentou taxa de interceptação de 51,33%, valor expressivo que evidencia a capacidade do próprio substrato em reter parte da água aplicada. No entanto, quando comparado às coberturas vegetais mais eficientes, como o tomateiro e a grama, observa-se que a presença da vegetação potencializa o processo de interceptação, contribuindo para a redução do escoamento direto.

Os resultados confirmam que mesmo se realizando uma chuva simulada em áreas menores, como vasos ou bacias, as coberturas vegetais mais densas e/ou mais complexas interceptam significativamente a chuva, reduzindo o volume que chega ao solo.

A presença de massa foliar, como observada nos dados da Tabela 1, desempenha papel fundamental na melhoria da infiltração, na redução do escoamento superficial e, consequentemente, na minimização dos processos erosivos. Assim, o estudo contribui para o entendimento de práticas agrícolas que favorecem a sustentabilidade dos sistemas de cultivo, especialmente em relação à conservação da água e do solo.

4. CONCLUSÃO

Com a instalação do experimento foi possível compreender, na prática, a importância da interceptação da chuva por diferentes tipos de cobertura vegetal;

A interceptação da chuva varia conforme a cobertura vegetal, sendo mais eficiente em folhas de estruturas mais largas;

Os dados de interceptação da cobertura vegetal são relevantes para o planejamento ambiental, agricultura e gestão de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

[1] BLAKE, G. R. Ciclo hidrológico e escoamento superficial. Disponível em: https://1library.org/article/ciclo-hidrol%C3%B3gico-e-escoamento-superficial.yngowj20. Acesso em: 16 mai. 2025

[2] GASH, J. H. C. An analytical model of rainfall interception by forests. Quarterly **Journal of the Royal Meteorological Society,** v. 105, p. 43–55, 1979.

[3] LLORENS, P.; DOMINGO, F. Rainfall partitioning by vegetation under Mediterranean conditions: a review of studies in Europe. **Journal of Hydrology**, v. 335, p. 37–54, 2007.

[4] LUIZÃO, F. J. Interception of rainfall by the forest canopy of the Ducke Reserve, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, v. 19, n. 3, p. 251–262, 1989

[5] MANDAL, T. Cobertura vegetal e solo – conservação da água. 2023. Disponível em: https://wikifarmer.com/pt-br/cobertura-vegetal-e-solo-conservacao-da-agua/ . Acesso em: 16 mai. 2025.

[6] SILVA, J. R.; PEREIRA, M. L.; COSTA, A. F. Interceptação da precipitação e sua influência nos processos hidrológicos em diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 30, n. 1, p. 1–15, 2025.

[7] TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T**. Avaliação do escoamento e interceptação da água das chuvas.** ResearchGate, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282484573_Avaliacao_do_escoamento_e_interceptacao_da_agua_das_chuvas. Acesso em: 16 mai. 2025.

Capítulo 5

Determinação da vazão e desafios da outorga de uso da água para irrigação em regiões de seca estacional: o caso do córrego Massapé, Aripuanã/MT, Brasil

Jeferson Barros de Faria
https://orcid.org/0009-0002-3048-8003
Leonardo Dionisio Goedert
https://orcid.org/0009-0001-1988-5633
Tadeu Miranda de Queiroz
https://orcid.org/0000-0002-1959-7658
Rigoberto Moreira de Matos
https://orcid.org/0000-0003-3455-9876
Daniela Moreira Costa Araújo
https://orcid.org/0009-0002-8933-9491
Eletisanda das Neves
https://orcid.org/0000-0002-4055-6658

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo determinar a vazão do córrego Massapé, localizado na área de influência da Fazenda Reunida Santa Fé, no município de Aripuanã-MT, a fim de subsidiar tecnicamente o pedido de outorga de direito de uso da água para fins de irrigação. A metodologia empregada baseou-se no método da área-velocidade (flutuador), utilizando instrumentos simples e de fácil obtenção, adequados para medições diretas em campo. As medições foram realizadas no início (maio) e no final (outubro) da estação seca. A partir da vazão observada em maio, estimou-se a vazão de referência (Q95%) pelo método simplificado da Resolução CEHIDRO nº 119/2019, aplicando-se uma margem de segurança de 75%, resultando em 0,0296 $m^3.s^1$. Paralelamente, a vazão de referência foi simulada no SIMLAM/SEMA, obtendo-se o valor de 0,0742 $m^3.s^1$, enquanto a vazão instantânea medida em campo foi de 0,0395 $m^3.s^1$. A medição prevista para o final da estação seca não pôde ser realizada, uma vez que o córrego se encontrava totalmente seco. Os resultados demonstraram incompatibilidade entre a disponibilidade hídrica e a demanda de irrigação, evidenciando a inviabilidade técnica da captação conforme os parâmetros estabelecidos pela Resolução CEHIDRO nº 119/2019. Conclui-se que, embora legalmente possível, a captação proposta é tecnicamente inviável, o que expõe fragilidades no sistema estadual de outorga de recursos hídricos frente às condições hidrológicas locais.

Palavras-chave: Vazão; Outorga; Córrego Massapé; Recursos Hídricos; Área-Velocidade; Irrigação.

1. INTRODUÇÃO

A água é, ao mesmo tempo, fonte de vida e palco de disputas silenciosas, e carrega consigo demandas que revelam os dilemas da sustentabilidade no século XXI. Em um contexto de intensificação da produção agrícola e escassez hídrica crescente, a avaliação precisa da vazão de corpos d'água torna-se inevitável para garantir que usos múltiplos coexistam de modo justo e tecnicamente embasado. A irrigação, como alternativa imprescindível à instabilidade pluviométrica em muitas regiões brasileiras, exige que seu uso ocorra dentro de limites que preservem a integridade do recurso hídrico.

Nas últimas décadas, diversas pesquisas têm tratado da caracterização hidrológica de pequenas bacias e cursos d'água para subsidiar o planejamento hídrico. Por exemplo, Souza et al. (2012) investigaram as propriedades estatísticas das vazões do córrego Capetinga no Distrito Federal, demonstrando como variabilidades sazonais afetam diretamente a disponibilidade hídrica em escalas locais e evidenciando a importância de medições contínuas para planejamento sustentável.

Já Rodriguez et al. (2007) avaliaram o impacto das retiradas de água para irrigação sobre as vazões residuais no rio Paracatu, mostrando que as demandas agrícolas podem alterar significativamente regimes naturais de fluxo e comprometer usos ecológicos do trecho remanescente.

Por outro lado, estudos de regionalização de vazão, como o realizado para a bacia do rio Itapemirim (Jovino et al., 2022), relacionaram uso e ocupação do solo com os padrões espaciais de vazão, de modo a prever disponibilidades hídricas nas diversas porções da bacia. Esses trabalhos demonstram que, embora exista um arcabouço metodológico consolidado, cada contexto local exige medições adaptadas e diagnósticos específicos, sobretudo quando se trata de captações para irrigação em corpos d'água de porte reduzido.

Paralelamente, o tema da outorga de uso da água para irrigação também tem sido debatido com crescente relevância no Brasil, especialmente à luz dos conflitos entre usuários e da necessidade de gestão integrada dos recursos hídricos. Em um estudo recente Anunciação et al. (2022) analisaram a outorga como instrumento de gestão e controle do uso de água na bacia Piracicaba Capivari e Jundiaí – PCJ e demonstraram a necessidade da construção de mecanismos que possam efetivamente contribuir para a segurança hídrica tanto no aspecto da disponibilidade como de seus usos.

Também, no âmbito da bacia do Baixo Teles Pires, Hurtado et al. (2024) constataram que boa parte das outorgas de captação superficial foi destinada à irrigação e saneamento, mas os sistemas de informação e fiscalização são deficitários para garantir o cumprimento das condições impostas. Esses estudos realçam que não basta apenas atribuir direitos de uso da água: é essencial fundamentar tecnicamente a demanda, demonstrar viabilidade hidrográfica e assegurar mecanismos de controle qualitativo e quantitativo.

Diante desse panorama, o presente projeto se justifica técnica e cientificamente por unir duas vertentes essenciais: medir a vazão real de um curso d'água local (o córrego Massapé) em condições operacionais e confrontar esses dados com os critérios regulatórios de Mato Grosso para outorga de uso para irrigação. A proposta é inovadora no sentido de trazer medições diretas em localidade específica ainda pouco documentada, validando metodologias consolidadas (como método de área-velocidade) para um contexto regional. Ao respaldar o pedido de outorga com dados empíricos e comparações

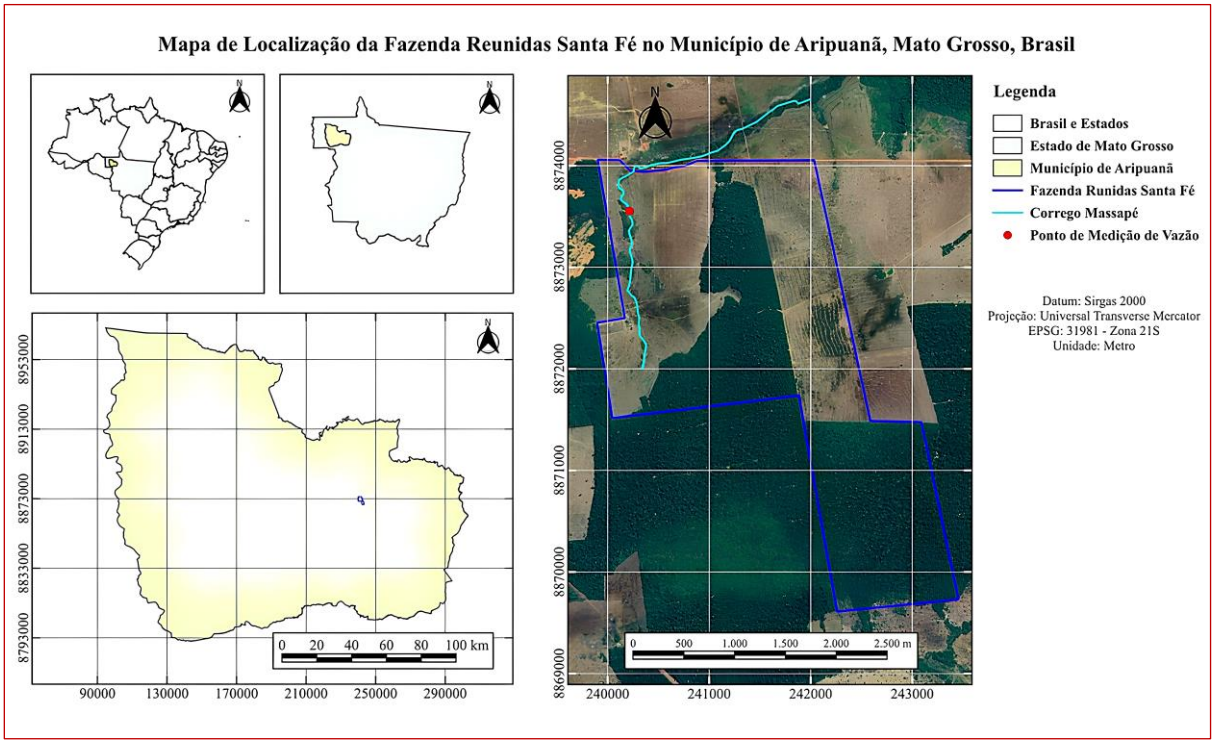
regulatórias, o estudo contribui não apenas para fundamentar o direito de uso da água, mas também para fomentar uma cultura de uso racional e equitativo dos recursos hídricos rurais.

O objetivo geral deste trabalho foi determinar a vazão do córrego Massapé, localizado na área de influência da Fazenda Reunida Santa Fé, em Aripuanã-MT, com vistas a embasar tecnicamente a solicitação de outorga de uso da água para irrigação, em conformidade com os requisitos legais e critérios hidráulicos pertinentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no córrego Massapé, localizado na Fazenda Reunida Santa Fé, no município de Aripuanã, estado de Mato Grosso, em área rural consolidada pertencente à bacia hidrográfica do rio Aripuanã, que por sua vez deságua na bacia Amazônica. O ponto de medição foi estabelecido em um trecho retilíneo do curso d'água, com margens estáveis e fluxo uniforme, distante aproximadamente 500 metros da nascente. As coordenadas geográficas do ponto de coleta são: latitude 10°10'53.942"S e longitude 59°22'15.935"W (Figura 1).

Figura 1: Localização do ponto de medição de vazão no córrego Massapé, fazenda Reunida Santa Fé, Aripuanã/MT.



A Fazenda Reunida Santa Fé possui área total de aproximadamente 775 hectares, situada a cerca de 6,74 km da zona urbana de Aripuanã-MT, com acesso pela estrada do Boião, sentido Colniza/MT. O imóvel está inserido em uma microbacia hidrográfica do córrego Massapé, que percorre cerca de 3.180 metros desde a nascente até sua confluência com outro curso d'água. A área de contribuição abrange diferentes usos do solo, como pastagens, áreas de vegetação secundária e pequenas porções de reserva legal.

A escolha do local de medição da vazão atendeu aos critérios técnicos recomendados para medições hidrométricas, priorizando a homogeneidade da seção e a minimização de interferências externas, como reportado por TUCCI (2002).

A caracterização do entorno foi conduzida a partir de observações diretas em campo e de informações complementares fornecidas pelo proprietário da área. O relevo local apresenta-se suavemente ondulado, favorecendo o escoamento natural das águas pluviais sem provocar processos erosivos significativos. Os solos, de textura predominantemente arenosa e com boa drenagem superficial, contribuem para elevada taxa de infiltração e menor risco de encharcamento. Essa combinação de relevo e características pedológicas resulta em margens estáveis e bem definidas ao longo do córrego, condição importante para medições de vazão mais precisas e representativas das condições naturais de escoamento.

Para medição da área e da velocidade de escoamento foram empregados equipamentos e materiais simples, adequados à aplicação do método de área-velocidade em pequenos cursos d'água. Os materiais utilizados foram: régua de 1 metro; quatro estacas de madeira e marreta; mangueira de nível; corda de seda para marcação transversal; limão maduro como marcador flutuante; trena métrica; e cronômetro digital (aplicativo de celular).

A determinação da vazão seguiu o método da área-velocidade, amplamente descrito por Tucci (2002) e Chow (1959). As etapas executadas compreenderam:

[1] **Seleção do ponto de medição:** Definição do trecho retilíneo e regular, com ausência de obstáculos e turbulências significativas. No local de medição, assim como em todo o trecho, o córrego Massapé apresenta fundo barrento.

[2] **Delimitação da seção transversal:** Instalação de corda fixada em estacas atravessando o leito, nivelada por meio de mangueira de nível.

[3] **Medição das profundidades:** Realizada a cada 10 cm ao longo da seção transversal (1,20 m de largura total), totalizando 13 pontos aferidos.

[4] **Cálculo da área molhada:** Determinada pela soma das áreas parciais obtidas entre os pontos de profundidade, utilizando a fórmula do trapézio, que foi implementada em planilha eletrônica para facilitar os cálculos.

[5] **Determinação da velocidade do fluxo hídrico na superfície:** O marcador flutuante foi lançado 1 m antes do trecho de medição (4 m de extensão), realizando-se cinco lançamentos para obtenção da média dos tempos de deslocamento. A velocidade média foi obtida pela equação:

$$V = \frac{D}{T}$$

Em que:

V é a velocidade média de escoamento, em m/s;

D a distância percorrida (4 m), em m;

T o tempo médio de deslocamento do flutuador, em s.

Cálculo da Velocidade Média: O método do flutuador de superfície registra a velocidade superficial da água, sendo necessário fazer uma correção para obtenção da velocidade média. Azevedo Neto (2015) no seu consagrado Manual de Hidráulica recomenda um coeficiente linear de correção da velocidade considerando o tipo de fundo do talvegue, sendo 0,80 para cursos d'água com fundo pedregoso e 0,90 para cursos d'água com fundo barrento.

$$V_m = V_s \times 0{,}90$$

Em que:

Vm é a velocidade média de escoamento, em m/s;

Vs é a velocidade na superfície, em m/s;

0,90 é a constante de correção, adimensional.

Cálculo da vazão: A vazão foi obtida pela equação:

$$Q = A \times V$$

Em que:

Q é a vazão, em m^3/s;

A é a área molhada em m^2;

V é a velocidade média da correnteza, em m/s.

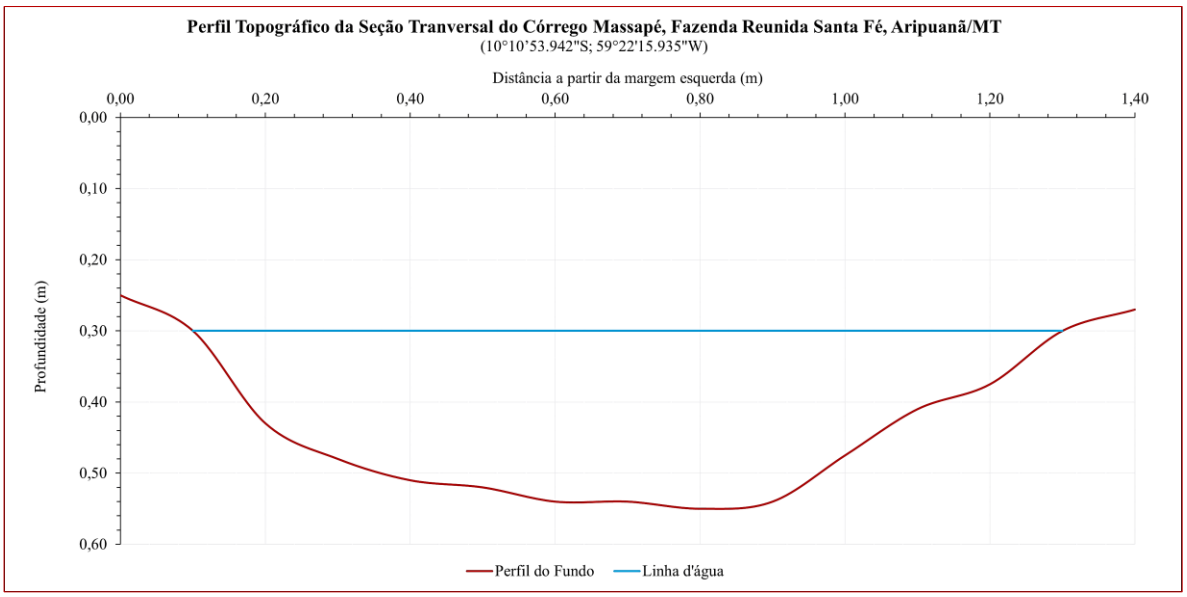
Com base na vazão instantânea calculada, aplicou-se o fator de redução de 75%, conforme metodologia simplificada prevista na Resolução CEHIDRO nº 119/2019 (Mato Grosso, 2019), para obtenção da vazão de referência (Q95%). Esse procedimento é recomendado para casos em que não há séries históricas disponíveis, assegurando uma estimativa conservadora e compatível com a sustentabilidade do uso do recurso hídrico.

Paralelamente às medições em campo, estimou-se a vazão de referência Q95% a partir das coordenadas geográficas do ponto de medição, utilizando o software SIMLAM, disponibilizado no portal da Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT). Posteriormente, os valores obtidos, tanto os medidos em campo quanto os estimados pelo SIMLAM e ajustados conforme os critérios da Resolução CEHIDRO, foram organizados e plotados, permitindo a comparação gráfica entre os diferentes métodos de determinação de vazão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se o perfil da seção transversal do córrego Massapé evidenciando o formato da calha de escoamento, a largura do espelho d'água e a profundidade no dia da medição.

Figura 2: Perfil da seção transversal do córrego Massapé, Fazenda Reunida Santa Fé, Aripuanã/MT.



O córrego Massapé é um tributário de cabeceira, ainda incipiente em sua formação fluvial, com regime predominantemente efêmero e baixo poder de escoamento. Apresenta curso único, sem ramificação e situado em proximidade à nascente, o que caracteriza uma bacia de contribuição reduzida e tempo de concentração curto. No ponto de medição, a largura do espelho d'água é de aproximadamente 1,20 m e a profundidade máxima atinge apenas 0,25 m. Essas dimensões refletem uma seção hidráulica restrita, típica de microcanais de cabeceira, nos quais pequenas variações na precipitação provocam alterações significativas na lâmina d'água e na velocidade do escoamento. Do ponto de vista hidrológico, trata-se de um curso d'água com baixa oferta hídrica e forte dependência das chuvas locais, apresentando rápida resposta a eventos de precipitação e elevada suscetibilidade à intermitência durante períodos secos.

Situações como essa são comuns em inúmeras propriedades rurais brasileiras, especialmente em regiões de relevo suavemente ondulado e solos de baixa capacidade de retenção de água. Muitos estabelecimentos agrícolas dependem de pequenos cursos d'água de cabeceira para o abastecimento de atividades produtivas, o que impõe desafios ao manejo racional dos recursos hídricos. A variabilidade sazonal do escoamento e a limitação volumétrica tornam indispensável o uso de práticas de convivência com a escassez, como o armazenamento de água em reservatórios de acumulação, a adoção de sistemas de irrigação mais eficientes, o escalonamento de cultivos conforme a disponibilidade hídrica e a recomposição de matas ciliares que contribuam para a infiltração e regularização das vazões.

Na Tabela 1 apresentam-se os dados de campo referentes às medições tempo, distância e profundidade, e os resultados de cálculo de área da seção transversal.

Tabela 1: Dados coletados em campo e resultados de cálculo da área de escoamento do córrego Massapé, Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

Dados da Seção Transversal				
Distância - Wi (m)	Prof. - h (cm)	Prof. (m)	Prof. Corrigida (m)	Área (m^2)
0,00	25,00	0,25		
0,10	30,00	0,30	0,00	
0,20	43,00	0,43	0,13	0,007
0,30	48,00	0,48	0,18	0,016
0,40	51,00	0,51	0,21	0,020
0,50	52,00	0,52	0,22	0,022
0,60	54,00	0,54	0,24	0,023
0,70	54,00	0,54	0,24	0,024
0,80	55,00	0,55	0,25	0,025
0,90	54,00	0,54	0,24	0,025
1,00	47,50	0,48	0,18	0,021
1,10	41,00	0,41	0,11	0,014
1,20	37,50	0,38	0,08	0,009
1,30	30,00	0,30	0,00	0,004
1,40	27,00	0,27		
Área da Seção Transversal (m^2)				**0,207**

A área transversal de escoamento, também denominada na hidráulica de canais como área molhada, foi estimada em 0,207 m^2, o que corresponde, em termos equivalentes, à seção de um tubo circular com aproximadamente 0,51 m de diâmetro. Trata-se, portanto, de uma seção extremamente reduzida, característica de cursos d'água de cabeceira com baixa capacidade de transporte e regime fortemente controlado pelas condições locais de precipitação e infiltração. Do ponto de vista hidráulico, uma área molhada dessa magnitude implica escoamento em regime laminar ou de baixa turbulência, com predomínio da resistência de fundo e influência significativa da rugosidade natural do leito, geralmente composto por sedimentos finos, raízes e material orgânico. A energia específica do escoamento é limitada, o que favorece velocidades modestas e maior sensibilidade a pequenas variações na declividade ou na forma da seção.

Sob a ótica hidrológica, dimensões tão restritas evidenciam a baixa capacidade de acumulação e regulação do fluxo superficial, tornando o canal altamente dependente do aporte direto das chuvas e das descargas de base provenientes do aquífero raso. Em períodos de estiagem, a retração da lâmina d'água é rápida, e o curso tende à intermitência, comportamento típico de microbacias com pequena área de drenagem e solos de baixa condutividade hidráulica saturada. Assim, a quantificação precisa da vazão nesse tipo de ambiente é essencial para o entendimento do balanço hídrico e para o manejo sustentável dos usos consuntivos a jusante.

Na Tabela 2 apresentam-se os dados de campo da aferição da velocidade do talvegue em questão, e o resultado do cálculo.

Tabela 2: Dados coletados em campo e resultados de cálculo da velocidade de escoamento do córrego Massapé, Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

Distância Percorrida (m)	4,00
t_1 (s)	18,80
t_2 (s)	18,83
t_3 (s)	18,79
t_4 (s)	18,93
t_5 (s)	18,95
$t_{médio}$ (s)	18,86
Velocidade Superfície ($m.s^{-1}$)	0,212
Correção da Velocidade	0,90
Velocidade Média ($m.s^{-1}$)	**0,191**

A velocidade de escoamento do córrego Massapé, determinada em campo, confirma a premissa de um fluxo lento e de baixa energia. A velocidade média observada foi de aproximadamente 0,19 $m.s^{-1}$, valor típico de canais de cabeceira com reduzida declividade e pequena profundidade. Segundo os princípios da hidráulica de canais, esse regime enquadra-se como subcrítico, no qual as forças gravitacionais superam as inerciais, resultando em escoamento tranquilo e fortemente influenciado pelas irregularidades do leito e pela rugosidade das margens. Essa condição é comum em trechos de nascente, onde o gradiente hidráulico é pequeno e a dissipação de energia ocorre predominantemente por atrito interno e turbulência localizada.

Ao multiplicar a área molhada (Tabela 1) pela velocidade média de escoamento (Tabela 2), obteve-se uma vazão instantânea de 0,03951 m^3.s-1, equivalente a 39,51 L.s-1. Esse valor corresponde a um volume diário potencial de aproximadamente 3.414 m^3.dia-1, considerando o regime de escoamento observado no momento da medição. No entanto, é importante ressaltar que essa estimativa representa uma condição pontual, influenciada pelas condições hidrometeorológicas vigentes. Em córregos de cabeceira, como o Massapé, a vazão apresenta elevada variabilidade temporal, refletindo a forte dependência das chuvas recentes, da recarga subsuperficial e das características físicas da microbacia. Assim, medições isoladas devem ser interpretadas com cautela, uma vez que a disponibilidade hídrica real ao longo do ciclo hidrológico tende a oscilar significativamente entre períodos chuvosos e secos.

Aplicando-se a metodologia simplificada prevista na Resolução CEHIDRO nº 119/2019 para determinação da vazão de referência (Q95%), que recomenda a adoção de 75% da vazão medida em campo, obtém-se uma Q95% igual a 0,0296 m^3.s-1.

Na Figura 3 apresenta-se o extrato do relatório de simulação da vazão mínima de referência, obtido no SIMLAM Público, a partir das coordenadas geográficas do ponto de medição. O resultado da simulação identificou corretamente o município de Aripuanã (MT) e a bacia hidrográfica A2 – Rio Aripuanã, além de outros parâmetros hidrológicos de interesse. A vazão de referência Q95% estimada para o local foi de 0,074 $m^3.s^{-1}$, valor que representa a descarga mínima associada a uma permanência de 95% do tempo, conforme metodologia adotada pelos órgãos gestores de recursos hídricos. Constatou-se ainda que não há registros de uso outorgado a montante do ponto avaliado, o que implica que 70%

da Q95% permanece disponível para concessão de novos usos, em conformidade com os critérios de alocação estabelecidos pela legislação estadual.

Figura 3: Extrato do relatório de simulação da vazão de referência Q95% do córrego Massapé, Fazenda Reunida Santa Fé, Aripuanã/MT.

Resultado da Consulta

Municipio	ARIPUANÃ	**Bacia hidrográfica**	Bacia Hidrográfi...
Região homogênia média	RM VI	**UPG**	A-2 - Aripuanã
Região homogênia máxima	RMAX_6	**Pluviosidade média(mm/ano)**	2028
Região homogênia de curva de permanência	RCP31	**Área de drenagem (Km²)**	15,0466
Área Restrita	O ponto esta fora de areas restritas e zonas de amortecimento.		

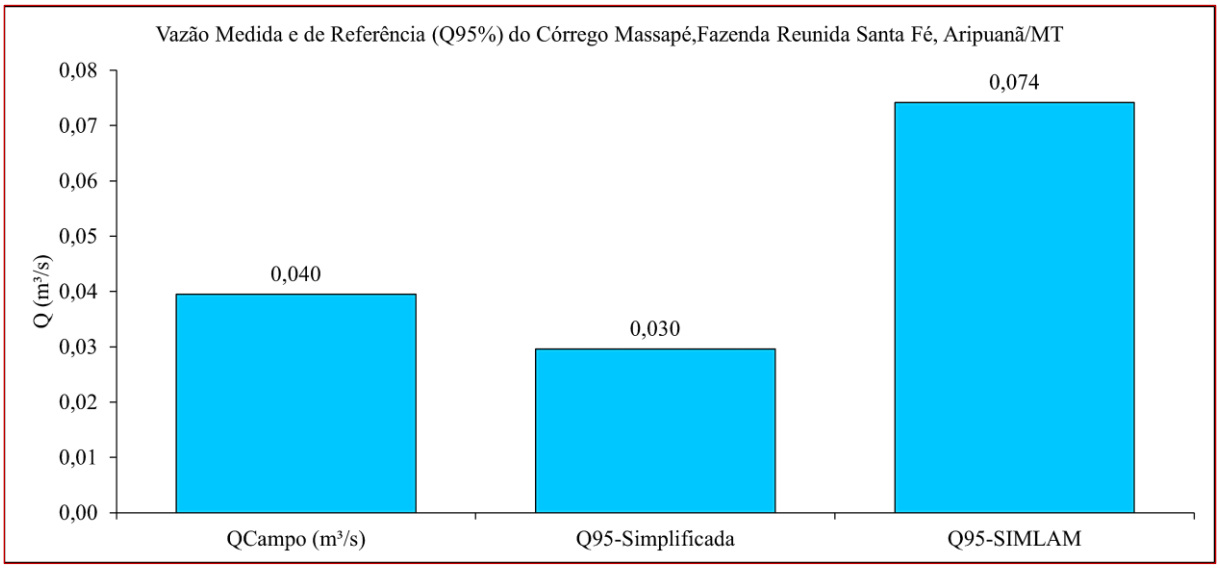
Legenda

Mês	Q95 (m³/s)	Q disp. (m³/s)
Janeiro	0,074216	0,051951
Fevereiro	0,074216	0,051951
Março	0,074216	0,051951
Abril	0,074216	0,051951
Maio	0,074216	0,051951
Junho	0,074216	0,051951
Julho	0,074216	0,051951
Agosto	0,074216	0,051951
Setembro	0,074216	0,051951
Outubro	0,074216	0,051951
Novembro	0,074216	0,051951
Dezembro	0,074216	0,051951

Os dados apresentados no quadro são referentes à foz da micro-bacia incremental onde o ponto de solicitação está inserido.

Na Figura 4 apresenta-se um gráfico comparativo entre a vazão medida no córrego Massapé em 16 de maio de 2025 (final da estação chuvosa), a vazão de referência (Q95%) estimada pela metodologia simplificada da Resolução CEHIDRO e a vazão de referência simulada no SIMLAM. O gráfico permite visualizar as diferenças entre os valores obtidos em campo e aqueles gerados por métodos de referência, evidenciando a variabilidade do escoamento e a utilidade das simulações para o planejamento e manejo hídrico.

Figura 4: Vazão Medida, vazão de referência (Q95%) simplificada e vazão de referência simulada do córrego Massapé, Fazenda Reunida Santa Fé, Aripuanã/MT.



Observa-se que a metodologia simplificada, conforme orienta a Resolução CEHIDRO nº 119/2019, adota critérios conservadores em relação ao método de simulação pelo SIMLAM, garantindo maior segurança na estimativa da disponibilidade hídrica. É importante ressaltar que ambos os métodos são reconhecidos e recomendados pelos órgãos de controle de recursos hídricos do estado de Mato Grosso. Em termos quantitativos, a vazão simulada pelo SIMLAM é aproximadamente 2,46 vezes superior à vazão obtida pela metodologia simplificada, evidenciando a diferença de abordagem entre estimativas baseadas em medições diretas de campo e aquelas geradas por modelos de referência hidrológica.

No dia 31 de outubro de 2025, final da estação seca e início do período chuvoso na região, a equipe voltou ao local de medição para fazer nova aferição da vazão, e para surpresa de todos, o manancial foi encontrado totalmente seco. Na Figura 5 apresenta-se um comparativo dos dois cenários de medição.

Figura 5: Cenários de medição da vazão do córrego Massapé, Fazenda Reunida Santa Fé, Aripuanã/MT, no início (16/05/25) e no final (31/10/25) da estação seca.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos no Estado de Mato Grosso é regida pela Resolução CEHIDRO nº 119/2019, a qual determina que a vazão de referência para fins de outorga será a Q95% (vazão de permanência em 95% do tempo). Além disso, o Art. 5º estabelece que a vazão outorgável não pode ultrapassar 70% da Q95% do corpo hídrico, sendo o limite individual de captação fixado em 20% da Q95%, salvo exceções justificadas tecnicamente, conforme §5º do mesmo artigo.

Na Tabela 3 apresenta-se a comparação entre os valores da vazão de referência Q95% e suas respectivas participações legais, considerando os dois métodos de determinação utilizados. O objetivo é evidenciar as diferenças entre os resultados obtidos em campo e aqueles estimados pelo SIMLAM, bem como verificar sua adequação aos limites estabelecidos pela Resolução CEHIDRO nº 119/2019 para fins de outorga de uso da água.

Tabela 3: Vazão outorgável total e individual do córrego Massapé, Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

Método utilizado	Q_{95} ($m^3.s^1$)	70% da Q_{95} ($m^3.s^1$)	20% da Q_{95} ($m^3.s^1$)
Simplificado - CEHIDRO	0,0296	0,0207	0,0059
SIMLAM/SEMA	0,0742	0,0519	0,0148

A estimativa da Q95% a partir de uma única medição pontual, realizada no mês de maio, não representou a condição ideal sob o ponto de vista técnico. Por definição, a Q95% é um parâmetro estatístico derivado de séries históricas de vazão com, no mínimo, dez anos de observações contínuas. No entanto, diante da inexistência desses dados para o local estudado, adotou-se uma estimativa conservadora, correspondente a 75% da vazão medida, como forma de incorporar uma margem de segurança aos resultados.

Recomenda-se que o empreendedor implemente um programa de monitoramento contínuo da vazão, com medições sazonais, abrangendo tanto o período seco quanto o chuvoso, de modo a aprimorar as estimativas hidrológicas e subsidiar futuras renovações de outorga. Essa prática não apenas aumenta a confiabilidade técnica das informações, mas também pode viabilizar, com base em dados consolidados, a revisão e possível ampliação da vazão outorgada.

A verificação de que o córrego apresenta interrupção total do escoamento no período seco confirma seu regime efêmero, caracterizado pela presença de vazão apenas durante a estação chuvosa. Essa condição evidencia a limitação natural do manancial em sustentar uma vazão mínima de referência (Q95%) compatível com os valores simulados em modelos hidrológicos ou estimados em plataformas institucionais. Do ponto de vista técnico e legal, essa discrepância representa um risco, pois a concessão de outorga de direito de uso sobre uma vazão inexistente fere o princípio da sustentabilidade do recurso hídrico e pode comprometer a manutenção dos usos múltiplos e da vazão remanescente a jusante.

Diante desse cenário, torna-se necessário adotar estratégias de gestão e compensação hídrica adequadas à escala da microbacia. Em cursos d'água de pequeno porte e regime intermitente ou efêmero, é recomendável que o empreendedor recorra a alternativas como a implantação de pequenas barragens de acumulação ou de sistemas de armazenamento e recarga artificial, de modo a assegurar a disponibilidade hídrica durante o período seco. Essas medidas, associadas ao monitoramento hidrológico contínuo, fortalecem o embasamento técnico de futuras solicitações de outorga e promovem o uso racional e sustentável da água.

A captação de água proposta no córrego Massapé constitui a única alternativa técnica e economicamente viável para atender à demanda de irrigação da Fazenda Reunida Santa Fé. Diante dessa condição, o empreendimento enquadra-se nos critérios de excepcionalidade previstos no §5º do Art. 5º da Resolução CEHIDRO nº 119/2019, que admite outorga acima do limite individual de 20% da Q95%, desde que comprovadas situações específicas.

A análise técnica confirmou a baixa demanda hídrica na microbacia, a ausência de conflitos de uso e a inexistência de fontes alternativas de abastecimento, além do fato de o córrego situar-se integralmente dentro dos limites da propriedade, caracterizando uso exclusivo e sem interferência de terceiros. Esses fatores, aliados à baixa pressão antrópica regional e à conformidade com os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos

(Lei nº 9.433/1997), sustentam a viabilidade técnica, legal e ambiental da solicitação de captação. Todavia, ficou demonstrado que a realidade do manancial não atende à demanda no período seco.

Com base nas evidências levantadas, verifica-se que o córrego Massapé, por apresentar interrupção do escoamento no período seco, não possui capacidade natural para garantir a disponibilidade hídrica contínua necessária à irrigação. Essa limitação reforça a necessidade de adoção de estratégias integradas de gestão da água, como a implantação de estruturas de armazenamento (barragens ou reservatórios de acumulação) associadas a práticas de conservação e aumento da infiltração na microbacia. Na ausência dessas medidas, a sustentabilidade do uso pretendido torna-se inviável, recomendando-se a reavaliação do modelo produtivo, com possível adoção de sistemas agrícolas menos dependentes de irrigação ou de tecnologias que promovam maior eficiência no uso da água.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medição de vazão realizada no córrego Massapé permitiu determinar uma vazão instantânea de 0,0395 $m^3.s^1$, sendo a vazão de referência (Q95%) estimada em 0,0296 $m^3.s^1$ pelo método simplificado da Resolução CEHIDRO nº 119/2019, e 0,0742 $m^3.s^1$ pelo SIMLAM/SEMA, evidenciando discrepância entre os métodos de cálculo.

A constatação de que o córrego se encontra totalmente seco no período de estiagem confirma seu regime efêmero, inviabilizando o uso direto da água para irrigação justamente na época de maior demanda hídrica.

Diante dessa limitação, a captação proposta mostra-se tecnicamente inviável, ainda que legalmente possível sob a ótica da resolução vigente, demonstrando a necessidade de aprimoramento nos critérios de outorga aplicados a microbacias de pequeno porte e regime intermitente.

Recomenda-se a adoção de medidas de armazenamento e conservação hídrica, como pequenas barragens ou reservatórios de acumulação, associadas a práticas de manejo da bacia que favoreçam a infiltração e recarga do lençol freático, de modo a garantir a sustentabilidade do uso da água.

Recomenda-se monitoramentos hidrológicos contínuos, com medições sazonais e séries históricas consistentes, para subsidiar futuras solicitações de outorga e assegurar decisões mais realistas e tecnicamente embasadas no contexto das políticas estaduais de gestão dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fazenda Reunida Santa Fé, na pessoa do senhor Edson Goedert, pela autorização de acesso à propriedade e disponibilidade para realização das medições.

Por fim, reconhecemos o apoio dos colegas de curso de Agronomia da UNEMAT e demais envolvidos do Polo de Aripuanã, cujo empenho contribuiu para a execução exitosa deste estudo.

REFERÊNCIAS

[1] ANUNCIAÇÃO, N. S.; MARTINS, R. C. C.; SCARDUA, F. P. Análise da outorga como instrumento de gestão e controle do uso de água na bacia Piracicaba Capivari e Jundiaí – PCJ. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia - RIPE**,v.8, n.1, p.21-35, 2022.

[2] AZEVEDO NETTO, José Martiniano de; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, Miguel. **Manual de hidráulica**. 9ª ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2015.

[3] CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S.; GASPARINI, K. A. C.; CATRINCK, C. N. Avaliação de métodos para regionalização das vazões mínimas e médias na bacia do rio Itapemirim. **Revista Scientia Agraria**, v.19, n.2, p.122-132, 2018.

[4] HURTADO, T. C. C.; LEITE, G. M.; CARVALHO, D. A.; SILVA, S. A. A. Outorga como instrumento de gestão de uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Baixo Teles Pires. **Research, Society and Development**, v.13, n.3, 2024.

[5] JOVINO, E. S.; ANGELINI, R.; COSTA, C. W.; BRESSIANI, D. A.; CUNHA, K. P. V. Impactos do uso e cobertura do solo na produção de sedimentos em área de manancial peri-urbano tropical. **Sociedade e Natureza**, v.34, n. único, 2022.

[6] MATO GROSSO (Estado). **Resolução nº 119, de 7 de novembro de 2019**. Estabelece critérios técnicos a serem aplicados nas análises dos pedidos de outorga de captação/derivação superficial, quanto à disponibilidade hídrica, ao uso racional da água e à garantia de seus usos múltiplos. Publicada no Diário Oficial do Estado de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 7 nov. 2019.

[7] RODRIGUEZ, R. D. G.; PRUSKI, R. F.; NOVAES, L. F.; RAMOS, M. M. SILVA, D. D.; TEIXEIRA, A. F. Estimativa da demanda de água nas áreas irrigadas da bacia do rio Paracatu. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.172–179, 2007.

[8] SOUZA, F. A. O.; SILVA, C. L.; MAGGIOTTO, S. R.; OLIVEIRA JUNIOR, M. P. Caracterização das vazões em uma pequena bacia hidrográfica do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.1, p.10–17, 2012.

[9] TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2002.

Capítulo 6

Dimensionamento de sistema de abastecimento de água para bovinos em confinamento: estudo de caso na Fazenda Reunidas Santa Fé, município de Aripuanã/MT

Jeferson Barros de Faria
https://orcid.org/0009-0002-3048-8003
Leonardo Dionisio Goedert
https://orcid.org/0009-0001-1988-5633
Tadeu Miranda de Queiroz
https://orcid.org/0000-0002-1959-7658
Rigoberto Moreira de Matos
https://orcid.org/0000-0003-3455-9876
Daniela Moreira Costa Araújo
https://orcid.org/0009-0002-8933-9491
Eletisanda das Neves
https://orcid.org/0000-0002-4055-6658

Resumo: A água constitui um insumo estratégico na pecuária de confinamento, sendo fundamental para o bem-estar animal, a eficiência produtiva e a sustentabilidade dos sistemas intensivos de produção. O objetivo deste trabalho foi dimensionar um sistema de abastecimento de água destinado à dessedentação de bovinos em confinamento, integrando critérios zootécnicos de demanda hídrica aos fundamentos da hidráulica aplicada. Este trabalho foi desenvolvido por meio de um estudo de caso na Fazenda Reunidas Santa Fé, no município de Aripuanã–MT, contemplando a estimativa do consumo diário de água, a definição da jornada de bombeamento, o levantamento das condições geométricas do terreno e a aplicação de metodologias consagradas para o dimensionamento hidráulico de adutoras, reservatórios, ramais de distribuição e seleção do conjunto motobomba. Os resultados demonstraram que a adoção de uma adutora em polietileno com diâmetro nominal de 2 polegadas, operando com jornada diária de 4 horas, proporcionou expressiva redução das perdas de carga e da altura manométrica total, assegurando condições adequadas de pressão, menor consumo energético e maior segurança operacional do sistema. Conclui-se que o sistema de abastecimento projetado apresenta viabilidade técnica e operacional, atendendo de forma eficiente e confiável à demanda hídrica de 300 bovinos em confinamento, além de oferecer flexibilidade para futuras ampliações e contribuir para o uso racional dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Dimensionamento hidráulico; Bombeamento; Dessedentação animal; hidráulica agrícola; Perda de carga.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos insumos mais estratégicos da agropecuária, desempenhando papel central na produção de alimentos, na manutenção da saúde animal e na sustentabilidade dos sistemas produtivos. Na pecuária, em especial, o acesso contínuo à água em quantidade e qualidade adequadas constitui condição indispensável para o bem-estar dos animais e para a plena expressão de seu potencial produtivo (Pereira, Parterniani e Demarchi, 2009).

Estudos recentes reforçam que a disponibilidade hídrica assume importância ainda maior diante do aumento das temperaturas e das mudanças climáticas. Teixeira (2025), ao avaliar o abastecimento de água para gado leiteiro, destacou a relação direta entre oferta hídrica, bem-estar animal e produtividade, alertando que o aumento da temperatura eleva a demanda por água, intensifica a competição nos bebedouros e exige práticas mais eficientes de manejo e fornecimento, especialmente considerando as condições climáticas locais no dimensionamento do suprimento hídrico.

Apesar dos avanços conceituais e metodológicos, Drastig e Singh (2025) apontam que a avaliação do uso da água na pecuária ainda carece de padronização e consistência, o que dificulta comparações entre diferentes estudos, regiões e sistemas produtivos. Nesse contexto, o correto dimensionamento da demanda hídrica e dos sistemas de abastecimento torna-se fundamental, uma vez que falhas nesse processo podem comprometer o desempenho zootécnico, elevar custos operacionais e resultar no desperdício de um recurso natural cada vez mais escasso.

Diversos estudos indicam que o consumo de água por bovinos está diretamente relacionado a fatores como peso vivo, categoria animal, tipo de dieta, temperatura ambiente e estágio fisiológico (Oliveira et al., 2016). Em sistemas de confinamento, dietas com elevado teor de matéria seca e condições térmicas adversas tendem a aumentar significativamente a ingestão hídrica diária, podendo superar os valores médios observados em sistemas a pasto. Dessa forma, o dimensionamento da demanda deve considerar não apenas valores médios de consumo, mas também cenários críticos, como períodos de altas temperaturas, de modo a garantir a segurança operacional do sistema de abastecimento (Novelli et al., 2023).

Os confinamentos de bovinos de corte, embora eficientes sob diversos aspectos produtivos, concentram grande número de animais em áreas reduzidas, o que eleva substancialmente a demanda hídrica diária e impõe maior rigor técnico ao planejamento da infraestrutura de abastecimento. Assim, o fornecimento de água nesses sistemas deixa de ser uma operação simples e passa a exigir critérios técnicos bem definidos, integrando conhecimentos de zootecnia, hidráulica e gestão de recursos hídricos. Para o correto dimensionamento do sistema de abastecimento, deve-se considerar a demanda hídrica diária por animal, que, em condições de confinamento e sob temperatura média de 32 ºC, pode atingir até 78 L animal^{-1} dia^{-1}, conforme indicado por Marino (2006), citado por Pereira, Parterniani e Demarchi (2009).

No que se refere ao dimensionamento hidráulico, a escolha de diâmetros compatíveis com as vazões requeridas é essencial para evitar velocidades excessivas, perdas energéticas elevadas e desgaste prematuro do sistema. Robaina et al. (2004) propuseram uma metodologia de dimensionamento econômico de adutoras de recalque para irrigação, considerando diâmetros entre 150 e 550 mm e vazões variando de 25 a 500 L s^{-1}. De forma complementar, Santana Junior e Pedreiro (2023), ao avaliarem um

sistema de abastecimento de água em zona rural, utilizaram relações entre diâmetro da tubulação, velocidade de escoamento e vazão, destacando a importância do equilíbrio hidráulico do sistema.

Aspectos econômicos e energéticos também exercem papel determinante no dimensionamento hidráulico. Perroni et al. (2015) analisaram a influência do custo da energia elétrica e do material da tubulação na definição da velocidade econômica de bombeamentos, concluindo que o custo da energia tende a crescer mais rapidamente que o custo das tubulações, o que resulta na redução da velocidade econômica ao longo do tempo. De forma semelhante, Caldas, Carvalho e Rezende (2016) determinaram a velocidade econômica em adutoras sob diferentes condições de custo e funcionamento, observando variações entre 0,88 e 2,65 m s^{-1} para tubulações de aço galvanizado e entre 0,68 e 2,54 m s^{-1} para tubulações de PVC, além de uma tendência de redução da velocidade econômica com o aumento do tempo de funcionamento.

Quanto à determinação das perdas de carga em sistemas de abastecimento, a literatura técnica apresenta diferentes metodologias. Entre elas, destaca-se a equação de Hazen-Williams, amplamente utilizada pela sua simplicidade e aplicabilidade prática. Lima et al. (2023) empregaram essa equação na estimativa do custo de energia elétrica para o bombeamento de água no projeto de transposição do rio Sepotuba até a Estação de Tratamento de Água Queima-Pé, em Tangará da Serra, Mato Grosso.

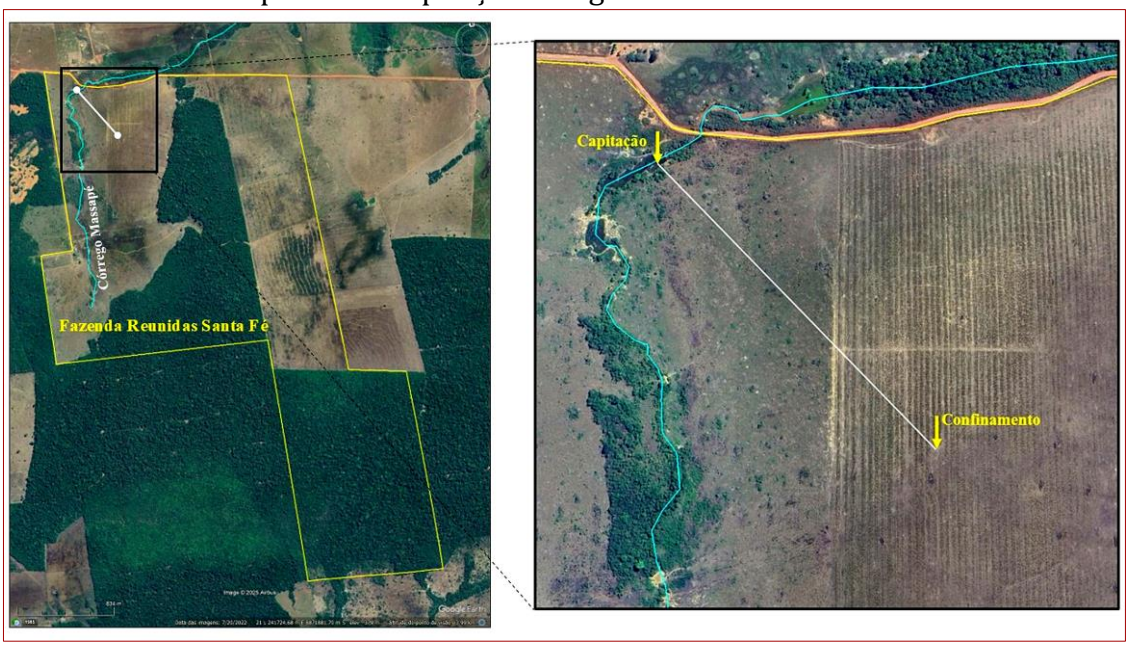
Apesar da reconhecida importância do tema, observa-se que a literatura técnica e científica apresenta uma lacuna significativa no que se refere a estudos específicos sobre o dimensionamento hidráulico de sistemas de abastecimento de água destinados à dessedentação de bovinos, especialmente em sistemas de confinamento. Uma revisão criteriosa das principais bases de dados nacionais e internacionais evidencia a escassez de trabalhos que integrem, de forma sistematizada, os critérios zootécnicos de demanda hídrica com os fundamentos hidráulicos necessários ao dimensionamento de tubulações, reservatórios e sistemas de bombeamento. Nesse contexto, a elaboração de um capítulo dedicado a essa temática justifica-se como uma contribuição técnica relevante, ao propor uma abordagem integrada e aplicada, capaz de subsidiar estudantes, profissionais e produtores rurais no planejamento e na implantação de sistemas de abastecimento de água mais eficientes, seguros e tecnicamente fundamentados.

Diante desse cenário, o objetivo geral deste capítulo é apresentar os princípios e critérios técnicos para o dimensionamento de sistemas de abastecimento de água destinados à dessedentação de bovinos em confinamento, abordando desde a estimativa da demanda hídrica até o dimensionamento hidráulico de tubulações, reservatórios e sistemas de bombeamento, de modo a subsidiar projetos tecnicamente viáveis, eficientes e alinhados à sustentabilidade dos recursos hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto desenvolvido trata-se de um estudo de caso para a Fazenda Reunidas Santa Fé, classificada como unidade de agricultura familiar, localizada no município de Aripuanã, estado de Mato Grosso, em área rural consolidada, cuja atividade principal é a bovinocultura de corte. A área selecionada para a implantação da infraestrutura do confinamento corresponde a um platô com topografia predominantemente plana, condição que favorece a organização espacial das instalações, o manejo operacional dos animais e a implantação dos sistemas de drenagem e abastecimento de água (Figura 1).

Figura 01: Contorno da Fazenda Reunidas Santa Fé e localização do ponto de Capitação de Água e do Confinamento.



É de conhecimento do proprietário que o córrego Massapé, que nasce na propriedade, apresenta regime hídrico efêmero, não sendo capaz de garantir o suprimento da vazão mínima necessária durante os períodos críticos da estação seca. Em função dessa limitação, definiu-se como ponto de captação uma pequena barragem já existente na propriedade, a qual atua como estrutura de regularização da disponibilidade hídrica. Ressalta-se que o proprietário avalia a possibilidade de ampliação dessa barragem no futuro, caso a demanda hídrica do sistema venha a aumentar. O ponto de capitação de água, onde será instalado o sistema de bombeamento, possui coordenadas geográficas Latitude: 10°10'42.55"S e Longitude: 59°22'16.21"W.

O sistema de confinamento foi dimensionado para abrigar até 300 bovinos, distribuídos em 6 lotes de 50 animais cada, com fluxos de entrada e saída escalonados a cada 30 dias. A definição do tamanho dos lotes considerou critérios logísticos, especialmente a capacidade de carga dos caminhões boiadeiros, que comportam, em média, de 16 a 18 bovinos terminados por veículo. Dessa forma, cada lote de 50 animais demanda aproximadamente três caminhões para o transporte dos bovinos prontos para o abate, otimizando a logística de escoamento e reduzindo custos operacionais.

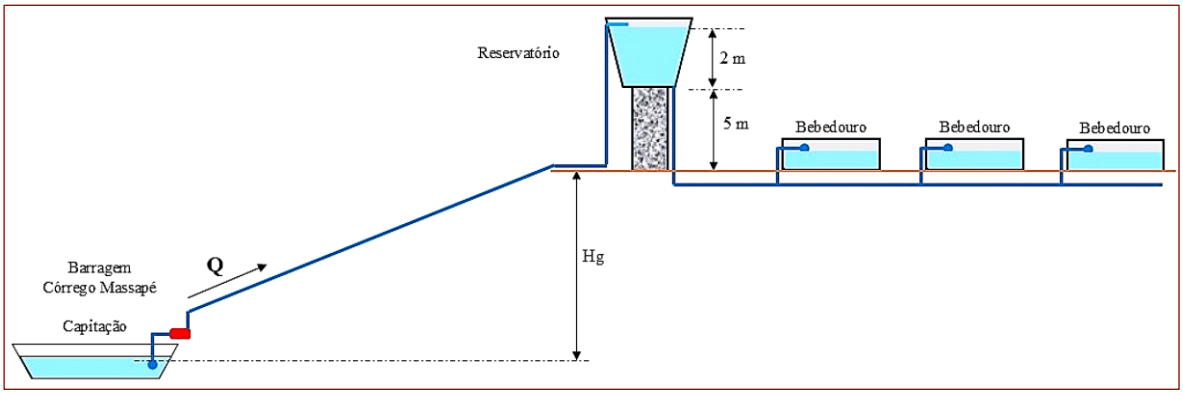
A demanda diária de água foi estimada considerando um consumo máximo de 75 L animal^{-1} dia^{-1}. A operação do sistema de bombeamento foi projetada para uma jornada diária de 4 horas. No local definido para a captação de água há disponibilidade de energia elétrica trifásica, o que viabiliza a utilização de um conjunto motobomba elétrica trifásica para o atendimento da demanda do sistema.

Para a obtenção das variáveis geométricas do sistema, foram utilizadas as ferramentas Régua e Caminho do Google Earth, por meio das quais foi possível determinar a distância horizontal entre o ponto de captação e o ponto de consumo, bem como o desnível altimétrico e o perfil topográfico ao longo do traçado previsto para a implantação da adutora.

No ponto de consumo, foi projetado um reservatório de acumulação com capacidade para armazenar aproximadamente o dobro da demanda diária de água do

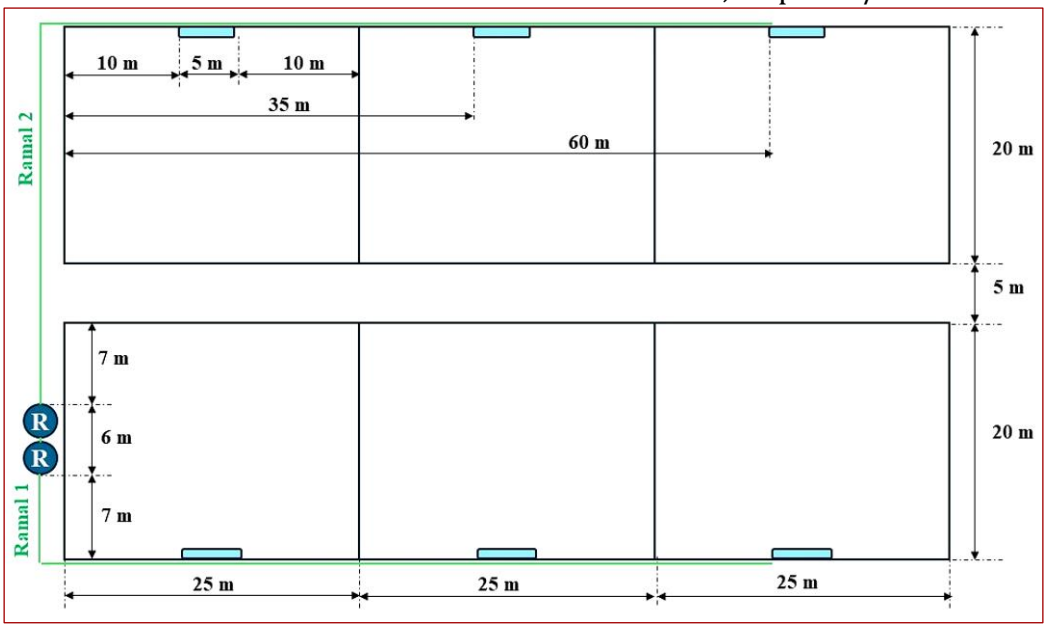
confinamento, conferindo maior segurança operacional ao sistema. O reservatório será instalado de forma elevada, a uma altura de 5 m em relação ao nível do solo, de modo a garantir a pressurização dos ramais de distribuição e o abastecimento dos bebedouros por gravidade. O controle do nível de água no reservatório, bem como o fornecimento de água aos bebedouros, será realizado de forma automática por meio de válvulas mecânicas do tipo boia (Figura 2).

Figura 02: Croqui esquemático do sistema hidráulico de capitação e distribuição de água no confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



Na Figura 3 é apresentado o layout do confinamento, com a indicação das principais dimensões utilizadas no dimensionamento dos ramais de distribuição de água. Adotou-se uma área de 10 m^2 por animal no curral de confinamento, resultando em currais de formato retangular com dimensões de 20 × 25 m, compatíveis com lotes de 50 animais. Os currais foram organizados em duas fileiras paralelas, contendo três unidades cada, separadas por um corredor central de 5 m de largura, destinado às operações de manejo e aos tratos zootécnicos. Para o abastecimento hídrico, foi previsto um bebedouro individual por curral, instalado no centro da face externa, de modo a facilitar as rotinas de limpeza, manutenção e operação do sistema.

Figura 03: Layout dos currais e dos ramais de distribuição de água no confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



A vazão de projeto foi calculada com base no volume diário demandado e na jornada de trabalho adotada.

$$Q = \frac{1}{3.600.000} \cdot \frac{V}{JT} \qquad \text{Eq. 01}$$

Onde:

Q é a vazão do sistema de bombeamento, em $m^3.s^{-1}$;
V é o volume diário demandado, em L;
JT é a jornada de trabalho, em h;
A constante 1/3.600.000 é o fator de conversão de $L.h^{-1}$ para $m^3.s^{-1}$.

O diâmetro teórico da tubulação principal (adutora) foi inicialmente determinado com base no critério da velocidade econômica adotando o valor de 2,00 $m.s^{-1}$ e considerando a vazão calculada com base da demanda diária. A partir do diâmetro teórico calculado buscou-se no catálogo do fabricante um tubo cujo diâmetro interno seja igual ou maior do que o diâmetro teórico calculado. Adotou-se como referência a tubulação de polietileno.

$$DT = 1000 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Ve}} \qquad \text{Eq. 02}$$

Onde:

DT é o diâmetro teórico da tubulação, em mm;
Q é a vazão do sistema de bombeamento, em $m^3.s^{-1}$;
Ve é a velocidade econômica adotada, em $m.s^{-1}$;
p é o número Pi = 3,141592654;
A constante 1000 é para converter o diâmetro calculado de m para mm.

A perda de carga (hf) distribuída na tubulação foi calculada pela Equação de Hazen-Williams, adotando um coeficiente de atrito (C) de 150, recomendado para tubos de plástico (Polietileno, PVC, etc).

$$hf = 10{,}643 \cdot \frac{L}{D^{4{,}87}} \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1{,}852} \qquad \text{Eq. 03}$$

Onde:

hf é a perda de carga distribuída, em m;
L é o comprimento da adutora, em m;
D é o diâmetro interno da tubulação, em m;
Q é a vazão do sistema de bombeamento, em $m^3.s^{-1}$;
C é o coeficiente de atrito de Hazen-Williams (Tabelado), adimensional;
A constante 10,643 é um fator de ajuste da equação.

As perdas de carga localizadas devido às peças especiais foram consideradas como 3% da perda de carga distribuída.

A altura manométrica (Eq. 04) foi calculada pelo somatório da altura geométrica (Hg), da perda de carga distribuída (hf), da perda de carga localizada (hf_L) e da altura do reservatório (H_R = 7 m). A altura H_R igual a 7 m equivale à elevação da base do reservatório de 5 m acrescido de mais 2 m de altura do reservatório.

$$Hman = Hg + hf + hf_L + H_R \qquad \text{Eq. 04}$$

Onde:

Hmam é a altura manométrica, em m;
Hg é o desnível geométrico do terreno, em m;
hf é a perda de carga distribuída, em m;
hf_L é a perda de carga localizada, em m;
H_R é a altura de elevação do reservatório, em m.

De posse de todas as variáveis necessárias para o cálculo da altura manométrica a Equação 04 foi rescrita mantendo a vazão como variável independente para determinação da equação do sistema hidráulico (Eq. 05)

$$Hman = Hg + 1{,}03 \cdot \left(10{,}643 \cdot \frac{L}{D^{4{,}87}} \cdot \frac{1}{C^{1{,}852}} \cdot Q^{1{,}852}\right) + H_R \qquad \text{Eq. 05}$$

Substituindo o valor de todas as variáveis, exceto a vazão, obteve-se a equação do sistema no formato apresentado na Equação 06.

$$Hman = Hg + H_R + \frac{K \cdot Q^{1{,}852}}{3600^{1{,}852}} \qquad \text{Eq. 06}$$

Onde:

Hman é a altura manométrica, em m;
Q é vazão, em $m^3.h^{-1}$;
K é uma constante que representa a perda de carga, adimensional;
A constante 3600^2 é um fator de conversão da vazão de $m^3.\ s^{-1}$ para $m^3.h^{-1}$.

A potência hidráulica (Eq. 07) foi calculada pela equação clássica que considera a altura manométrica, a vazão e o peso específico do fluído, que neste caso é a água.

$$Pot_H = \frac{\gamma \cdot Hman \cdot Q}{75} \quad \text{Eq. 07}$$

Onde:

PotH é a potência hidráulica, em cv;
F é o peso específico da água, 1000 kgf.m^{-3};
Hman é a altura manométrica, em m;
Q é a vazão, em m^3.s^{-1};
A constante 75 é um fator de conversão de kgf.m.s^{-1} para cv.

Para calcular a potência no eixo foi considerado um rendimento médio de 90% para o motor elétrico e 60% para a Bomba resultando em 54% para o conjunto motobomba.

Para dimensionar a tubulação de distribuição de água considerou-se a carga hidráulica (H) disponível de 5 m devido à elevação do reservatório. Para determinação do diâmetro da tubulação do ramal de distribuição adotou-se o modelo de Hazen-Williams, fazendo hf total igual a H e isolando o diâmetro (Eq. 08). A vazão do ramal foi calculada a partir da demanda diária de água e do tempo de abastecimento de 12 horas, considerando que o consumo prioritário se dará durante o dia. Também foi considerado que cada ramal atenderá metade do plantel.

$$DT = 10{,}643 \cdot LH \cdot Q\mathcal{C}1{,}85214{,}87DT = \left[10{,}643 \cdot \frac{L}{H} \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1{,}852}\right]^{\frac{1}{4{,}87}} \quad \text{Eq. 08}$$

Onde:

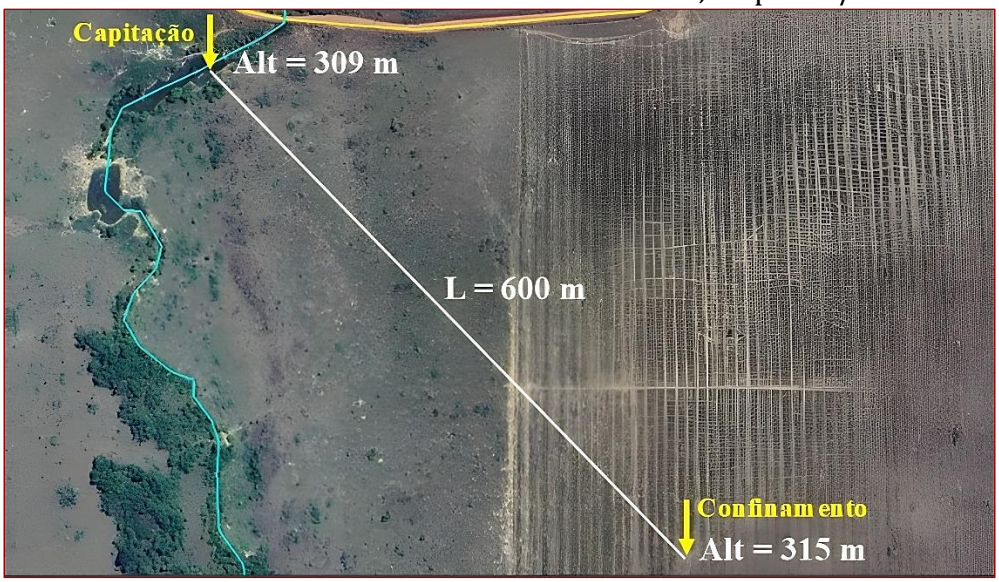
DT é o diâmetro teórico da tubulação de distribuição, em m;
L é comprimento máxima da tubulação, em m;
H é a carga hidráulica disponível, em m;
L é o comprimento da adutora, em m;

Para finalizar, foi elaborada a relação completa dos materiais hidráulicos necessários à implantação do sistema de bombeamento, bem como realizado o respectivo orçamento, permitindo a estimativa do custo total de implantação do projeto.

3. RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Na Figura 4 são apresentadas as dimensões geométricas da adutora, a partir das quais se determinou um comprimento horizontal de 600 m para a adutora principal e um desnível geométrico de 6 m, obtido pela diferença de altitude entre os pontos inicial e final do traçado.

Figura 04: Dados geométricos do sistema hidráulico de capitação e adução de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



Na Tabela 1 estão descritas as variáveis consideradas no projeto, com simbologia, unidade e valor adotado ou calculado. Destaca-se que inicialmente os cálculos foram feitos considerando uma jornada de trabalho (tempo de bombeamento) de 4 h e velocidade de 2,00 m.s^{1}.

Tabela 01: Variáveis consideradas no projeto do sistema de abastecimento de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

Variável	Símbolo	Unidade	Valor
Comprimento Horizontal da Tubulação	L_h	m	600,00
Altitude do Ponto de Capitação	Ac	m	309,00
Altitude do Ponto de Utilização	Au	m	315,00
Desnível Geométrico do Terreno	Hg	m	6,00
Velocidade Econômica da Adutora	Ve	$m.s^{-1}$	2,00
Volume diário por animal	Va	L	75,00
Número de animais em confinamento	Na	unidade	300,00
Demanda Diária de Água	Da	L	22500
Joranda de Trabalho de Bombeamento	JT	h	4
Vazão do sistema de abastecimento	Q	$m^3.s^{-1}$	0,001563
Diâmetro Teórico da Adutora	DT	mm	31,54
Diâmetro Comercial	DC	polegada	1,50
Espessura da Parede	e	mm	3,50
Diâmetro Interno	Di	mm	31,10
Altura do Reservatório	HR	m	7,00
Comprimento Real da Tubulação	L	m	607,03
Velocidade Real na Tubulação Escolhida	Vr	$m.s^{-1}$	2,06
Coeficiente C de Hazen-Williams	C	adim.	150,00
Perda de Carga Contínua	hf	m	83,82
Perda de Carga Localizada	hf_L	m	2,51
Altura Manométrica	Hman	m	99,34
Peso Específico da Água	g	$Kgf.m^{-3}$	1000,00
Potência Hidráulica	Pot_H	cv	2,07
Eficiência Global (Motor + Bomba)	h	adim.	0,54
Potência no Eixo	Pot_E	cv	3,83
Constante K da Equação do Sistema	K	Adim.	3,52351

A vazão de projeto, determinada a partir da demanda hídrica diária e da jornada de operação do sistema de bombeamento, foi estimada em 0,001563 $m^3.s^{-1}$, equivalente a 1,56 $L.s^{-1}$. Com base nessa vazão, o diâmetro teórico calculado foi de 31,54 mm, correspondente a uma tubulação de DN 1.1/2 polegada, aproximadamente.

Embora a velocidade de escoamento associada a esse diâmetro se encontre dentro do intervalo considerado economicamente adequado segundo a literatura especializada, verificou-se que a pressão de operação do sistema (altura manométrica total) ultrapassa o limite de pressão nominal admissível para tubos de polietileno.

Destaca-se, ainda, que o diâmetro comercial adotado é ligeiramente inferior ao diâmetro teórico calculado, o que resultou em uma velocidade de escoamento ligeiramente superior à inicialmente adotada.

Os dados da tubulação considerada neste projeto foram obtidos direto do catálogo de um fabricante, cujo produto está disponível no mercado especializado de Mato Grosso, conforme extrato apresentado na Figura 05.

Figura 05: Extrato do catálogo comercial de tubo polietileno, DN 1.1/2 polegada.

Fonte: AMAFLEX (2025).

Pela Figura 05 obtêm-se o diâmetro externo do tubo (1.1/2 polegada = 38,10 mm), a espessura da parede (3,50 mm) e a pressão de serviço (4,50 $kgf.cm^{-2}$, equivalente a 45 m de coluna d'água), entre outros dados técnicos. A partir dessas informações, foi possível determinar o diâmetro interno da tubulação, cujo valor calculado é de 31,10 mm.

Mantendo o diâmetro escolhido e os demais dados do projeto, utilizou-se da Equação 06 para obter a equação do sistema hidráulico (Eq. 09).

$$Hman = 13 + 3{,}42088 \cdot Q^{1{,}852} \qquad \text{Eq. 09}$$

Onde:

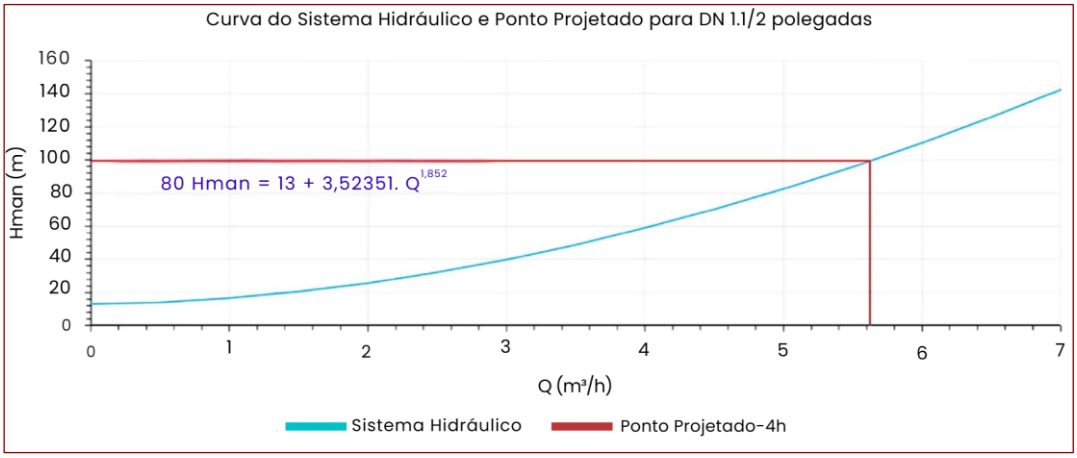
Hman é a altura manométrica, em m;
Q é a vazão, em $m^3.h^{-1}$;
A constante 13 é valor do desnível geométrico (6 m) somado à altura da plataforma de instalação do reservatório (5 m) e acrescido da altura útil do reservatório (estimada em 2 m).

A constante 3,42088 é o fator de conversão da vazão em perda de carga.

A Equação 9 representa a curva característica do sistema hidráulico, expressando a relação funcional entre a altura manométrica total (Hman) e a vazão (Q). Essa forma de apresentação constitui uma importante ferramenta de apoio ao gerenciamento e à tomada de decisão, pois permite estimar, de maneira direta, a pressão requerida pelo sistema para uma dada vazão de operação. De modo inverso, a equação pode ser rearranjada para determinar a vazão correspondente a uma altura manométrica específica, possibilitando análises rápidas de desempenho, verificação de cenários operacionais e apoio à seleção e avaliação do conjunto motobomba.

Na Figura 6 é apresentada a curva característica do sistema hidráulico, juntamente com o ponto de operação projetado para a adutora de DN 1.1/2 polegada. Observa-se que o ponto de projeto corresponde a uma vazão de 5,63 $m^3.h^{-1}$ e a uma altura manométrica total de 99,34 m, resultante da interseção entre a curva do sistema e a condição operacional adotada para o dimensionamento.

Figura 06: Curva do sistema hidráulico e ponto projetado da adutora do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT, considerando o diâmetro de 1.1/2 polegada.

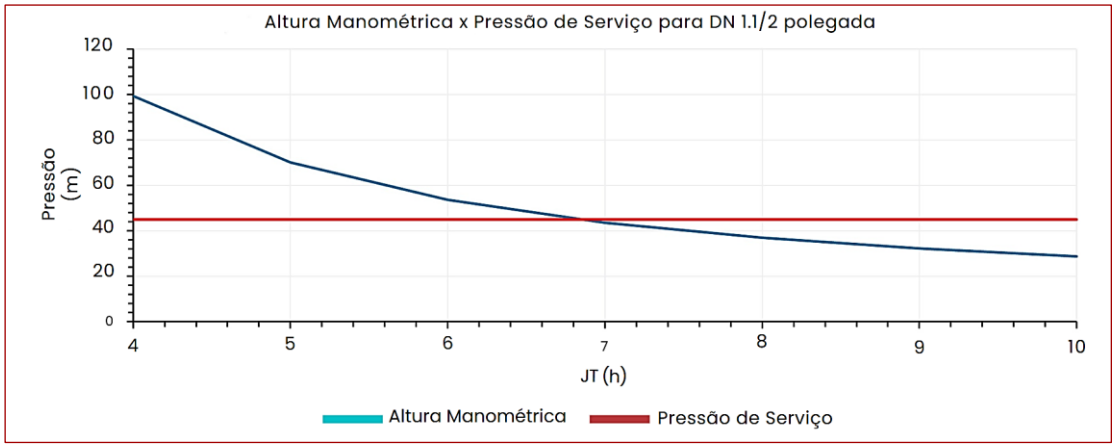


A altura manométrica total de 99,34 m supera a pressão máxima admissível de serviço das tubulações de polietileno, que, a depender do diâmetro e da espessura de parede, suportam valores da ordem de 7,50 $kgf.cm^{-2}$, equivalentes a aproximadamente 75 m de coluna d'água. Verifica-se, portanto (Tabela 01), que o principal gargalo do projeto está associado às perdas de carga contínuas excessivas, responsáveis pela elevação significativa da pressão requerida pelo sistema.

Uma alternativa técnica seria a substituição da tubulação de polietileno por PVC PN 120 ou por tubos de aço galvanizado ou outro material metálico de alta resistência, materiais capazes de suportar maiores pressões de operação. Contudo, essas opções implicam custos de implantação mais elevados. Alternativamente, o problema pode ser mitigado por meio de ajustes operacionais e de projeto, tais como o aumento da jornada diária de funcionamento do sistema de bombeamento, com consequente redução da vazão de projeto, ou ainda pelo aumento do diâmetro da tubulação, visando à diminuição das perdas de carga e da altura manométrica requerida.

Na Figura 7 é apresentado o comportamento da altura manométrica total do sistema em função da jornada diária de funcionamento, considerada no intervalo de 4 a 10 $h.dia^{-1}$. A partir da análise dos resultados, observa-se que, caso se opte pela manutenção da tubulação de polietileno com diâmetro nominal de 1.1/2 polegada, a jornada mínima de operação do sistema de bombeamento deve ser superior a 6,8 $h.dia^{-1}$, de modo a manter a pressão de serviço dentro dos limites admissíveis para esse tipo de material.

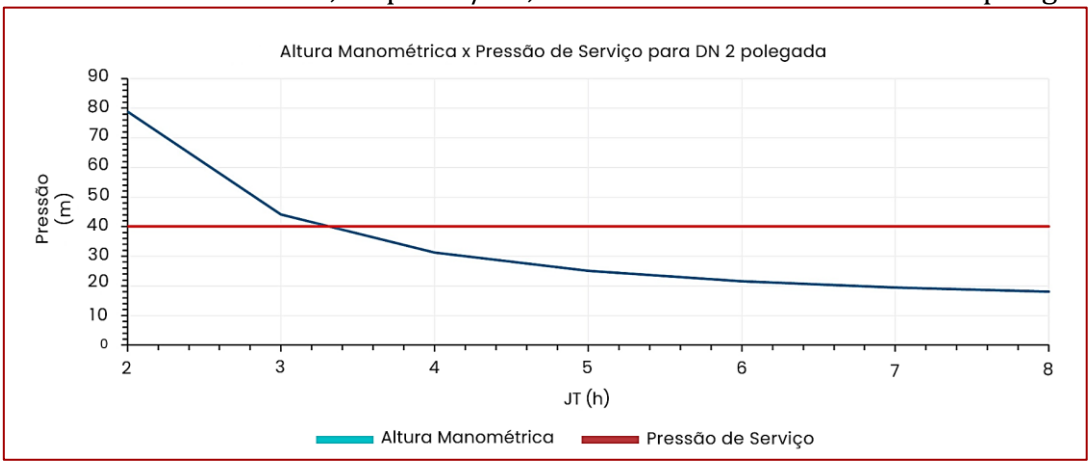
Figura 07: Altura manométrica versus pressão de serviço da adutora do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT, considerando do diâmetro DN 1.1/2 polegada.



Outra alternativa de projeto consiste na alteração do diâmetro da tubulação, por exemplo, com o aumento do diâmetro nominal de 1.1/2 polegada para 2 polegadas. De acordo com o catálogo do fabricante, essa tubulação apresenta espessura de parede de 4,00 mm e pressão máxima de serviço de 4,0 $kgf.cm^{-2}$, equivalente a aproximadamente 40 m de coluna d'água. Considerando o diâmetro externo e descontando-se a espessura das paredes, obtém-se, para esse modelo, um diâmetro interno de 42,80 mm.

Com base nessas características, foi realizada uma nova simulação hidráulica utilizando o tubo de 2 polegadas, cujos resultados referentes à relação entre altura manométrica total e jornada diária de funcionamento são apresentados na Figura 8.

Figura 08: Altura manométrica versus pressão de serviço da adutora do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT, considerando do diâmetro DN 2 polegadas.



Os resultados demonstraram que, para atender aos limites de pressão de serviço admissíveis para tubulações de polietileno, a jornada diária de operação do sistema de bombeamento deve ser superior a 6,80 h quando adotado tubo com DN 1.1/2 polegada, e superior a 3,40 h no caso de tubulação com DN 2 polegadas.

Diante desse cenário, a decisão de projeto foi pela adoção do diâmetro nominal de 2 polegadas, operando com uma jornada diária de 4 h, solução que, além de atender às condições hidráulicas e operacionais, permite flexibilidade para uma futura expansão do empreendimento. Nessa configuração, o dobro do volume diário bombeado pode ser alcançado simplesmente por meio do aumento proporcional da jornada de funcionamento, sem comprometer a capacidade instantânea do sistema projetado.

Na Tabela 2 são apresentadas as principais variáveis de projeto recalculadas, considerando o novo diâmetro adotado e a jornada diária de funcionamento de 4 $h.dia^{-1}$.

Tabela 02: Variáveis consideradas no projeto do sistema de abastecimento de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

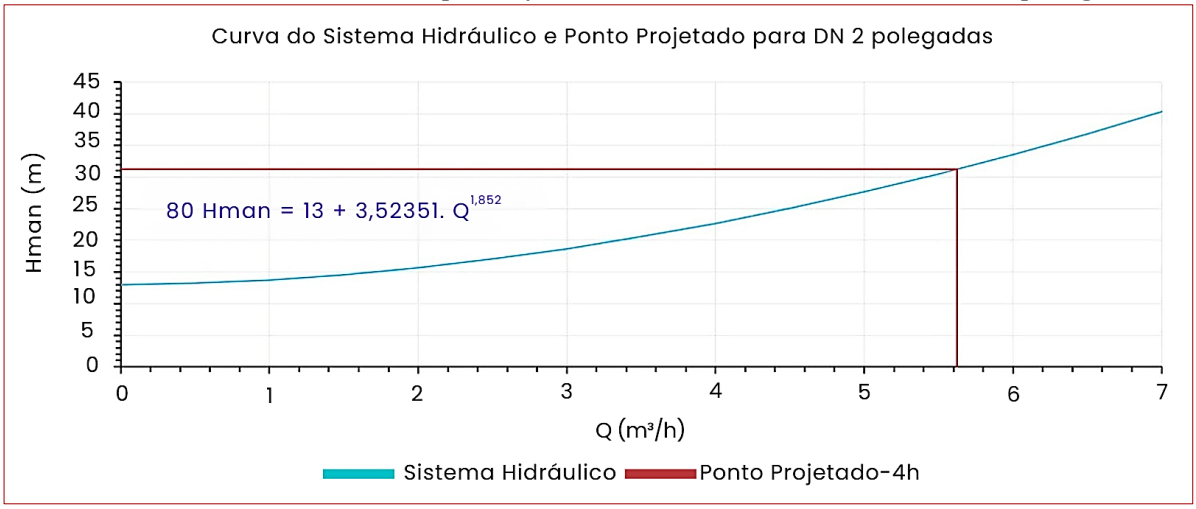
Variável	Símbolo	Unidade	Valor
Comprimento Horizontal da Tubulação	L_h	m	600,00
Altitude do Ponto de Capitação	Ac	m	309,00
Altitude do Ponto de Utilização	Au	m	315,00
Desnível Geométrico do Terreno	Hg	m	6,00
Velocidade Econômica da Adutora	Ve	$m.s^{-1}$	2,00
Volume diário por animal	Va	L	75,00
Número de animais em confinamento	Na	unidade	300,00
Demanda Diária de Água	Da	L	22500
Joranda de Trabalho de Bombeamento	JT	h	4
Vazão do sistema de abastecimento	Q	$m^3.s^{-1}$	0,001563
Diâmetro Teórico da Adutora	DT	mm	31,54
Diâmetro Comercial	DC	polegada	2,00
Espessura da Parede	e	mm	4,00
Diâmetro Interno	Di	mm	42,80
Altura do Reservatório	HR	m	7,00
Comprimento Real da Tubulação	L	m	607,03
Velocidade Real na Tubulação Escolhida	Vr	$m.s^{-1}$	1,09
Coeficiente C de Hazen-Williams	C	adim.	150,00
Perda de Carga Contínua	hf	m	17,70
Perda de Carga Localizada	hf_L	m	0,53
Altura Manométrica	Hman	m	31,23
Peso Específico da Água	g	$Kgf.m^{-3}$	1000,00
Potência Hidráulica	Pot_H	cv	0,65
Eficiência Global (Motor + Bomba)	h	adim.	0,54
Potência no Eixo	Pot_E	cv	1,20
Constante K da Equação do Sistema	K	Adim.	0,74402

Observa-se (Tabela 2) que o aumento do diâmetro da tubulação, mesmo com a manutenção da mesma jornada de trabalho, resultou em uma redução significativa da altura manométrica total, que passou de 99,34 m para 31,23 m, valor correspondente a aproximadamente um terço da altura manométrica obtida na configuração anterior.

Adicionalmente, verificou-se uma redução expressiva da velocidade média de escoamento, de 2,06 $m.s^{-1}$ para 1,09 $m.s^{-1}$, o que implica menores perdas de carga contínuas, redução do consumo energético e menor solicitação mecânica da tubulação. Esses resultados evidenciam que a adoção de um diâmetro maior proporciona ganhos hidráulicos e operacionais relevantes, contribuindo para a segurança do sistema, a eficiência energética e a longevidade da infraestrutura de abastecimento.

Na Figura 9 apresenta-se a curva e a equação do sistema hidráulico considerando a adoção do tubo de polietileno de 2 polegadas.

Figura 09: Curva do sistema hidráulico e ponto projetado da adutora do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT, considerando o diâmetro DN 2 polegadas.



A potência hidráulica requerida pelo sistema foi estimada em 0,65 cv, enquanto a potência no eixo da motobomba, considerando-se um rendimento global de 54%, resultou em 1,20 cv. Com base no ponto de operação projetado e na potência requerida, procedeu-se à seleção de um conjunto motobomba capaz de atender, de forma segura e eficiente, às condições hidráulicas estabelecidas no projeto.

Após consulta a diferentes catálogos técnicos de fabricantes, identificou-se que a motobomba modelo BC-92S, da marca schneider, atende adequadamente às condições hidráulicas do projeto, conforme os dados técnicos apresentados na Figura 10. O conjunto selecionado é equipado com motor trifásico de 1,50 cv, possuindo diâmetro de sucção de 1.1/2 polegada e diâmetro de recalque de 1 polegada, características compatíveis com o ponto de operação e com a configuração do sistema de bombeamento projetado.

Figura 10: Dados técnicos da motobomba escolhida para o projeto do confinamento, Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

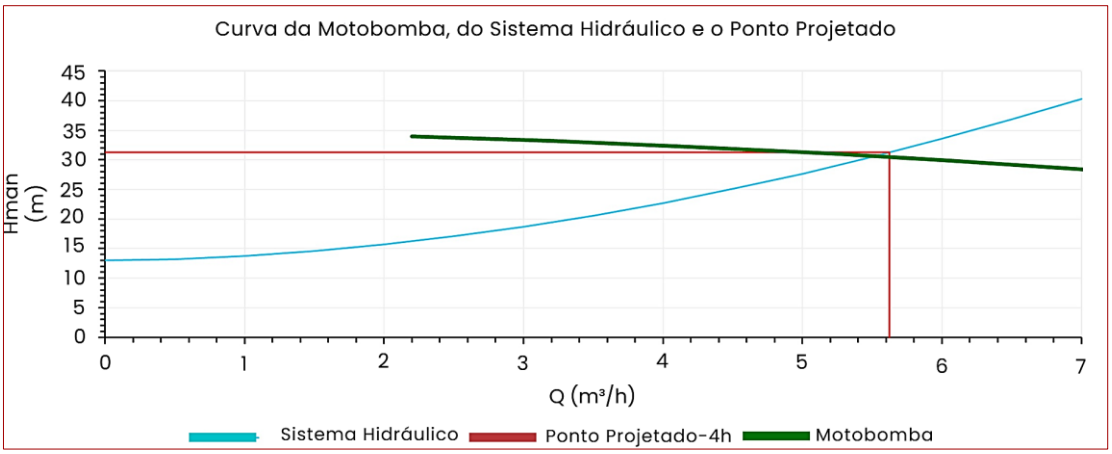
87230416-00

BC-92S 1C 1.5 T 60 2/3

Marca	Schneider
Família	BC-92
Potência (cv)	1,5
Fase	Trifásico
Diâmetro de Sucção	1,5 "
Diâmetro de Recalque	1 "
Número de Estágio(s)	1

Na Figura 11 são apresentadas a curva característica da motobomba escolhida, a curva do sistema hidráulico e o ponto de operação projetado, cuja interseção evidencia que o conjunto motobomba selecionado atende plenamente aos requisitos hidráulicos do projeto, garantindo o fornecimento da vazão requerida à altura manométrica estabelecida.

Figura 11: Curva característica da motobomba, curva do sistema e ponto projetado da adutora do projeto do confinamento, Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



O sistema de ramais de distribuição de água foi dimensionado para suprir adequadamente a demanda hídrica dos bebedouros, operando com uma energia disponível de 5 m de coluna d'água. Os comprimentos máximos das tubulações de distribuição foram estimados em 72 m para o Ramal 1 e 97 m para o Ramal 2, valores que serviram de base para o cálculo das perdas de carga e para a verificação das condições hidráulicas de operação e desempenho do sistema.

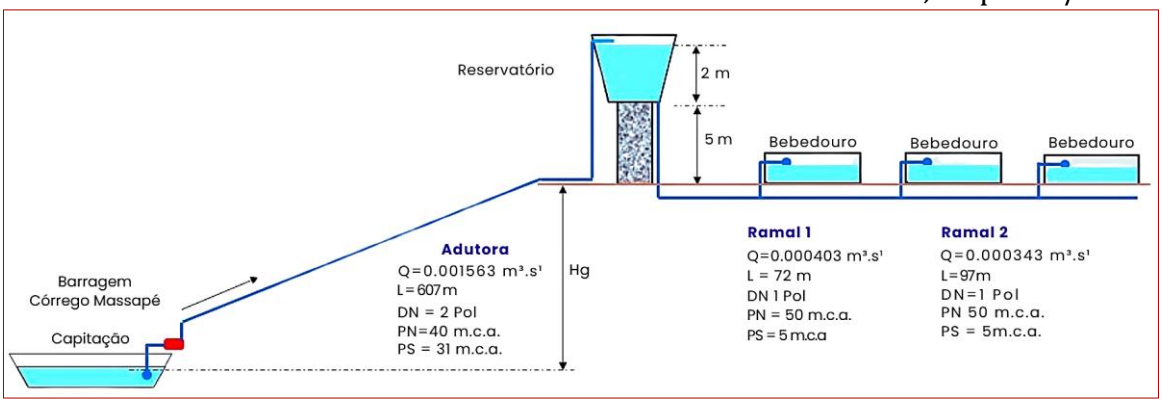
A vazão de projeto para cada ramal, dimensionada para atender metade do rebanho, foi estimada em 0,000260 $m^3.s^{-1}$, equivalente a 0,26 $L.s^{-1}$. Substituindo-se os comprimentos dos ramais, a vazão de projeto, a carga hidráulica disponível e o coeficiente de Hazen–Williams na Equação (8), obtiveram-se diâmetros teóricos de 18 mm e 19 mm para os Ramais 1 e 2, respectivamente.

A partir da consulta ao catálogo técnico de tubos de polietileno, verificou-se que as condições hidráulicas de projeto são adequadamente atendidas pela adoção de tubulação nominal de 1 polegada, com espessura de parede de 2,0 mm, resultando em diâmetro interno de 21,40 mm. Esse valor é superior aos diâmetros teóricos calculados, conferindo margem de segurança hidráulica e assegurando o adequado funcionamento do sistema de distribuição de água.

Ao se substituir o diâmetro efetivamente adotado na Equação (8) e isolar a vazão, constatou-se que as vazões reais de operação nos ramais são de 0,40 $L.s^{-1}$ para o Ramal 1 e 0,34 $L.s^{-1}$ para o Ramal 2, ambas superiores à vazão de projeto inicialmente estabelecida. Esses resultados evidenciam a presença de margem de segurança hidráulica, garantindo folga operacional no abastecimento dos bebedouros e maior confiabilidade ao sistema de distribuição de água.

Na Figura 12 é apresentado o layout geral do sistema de abastecimento de água, destacando-se a captação, a adutora principal, o reservatório de acumulação e os ramais de distribuição destinados ao atendimento dos bebedouros. O layout reúne as principais especificações técnicas do projeto, incluindo vazões de operação, comprimentos das tubulações, diâmetros nominais, pressões de serviço e desníveis geométricos considerados no dimensionamento hidráulico. Esses resultados sintetizam a solução adotada para o sistema, evidenciando a compatibilidade entre demanda hídrica, condições hidráulicas e materiais empregados.

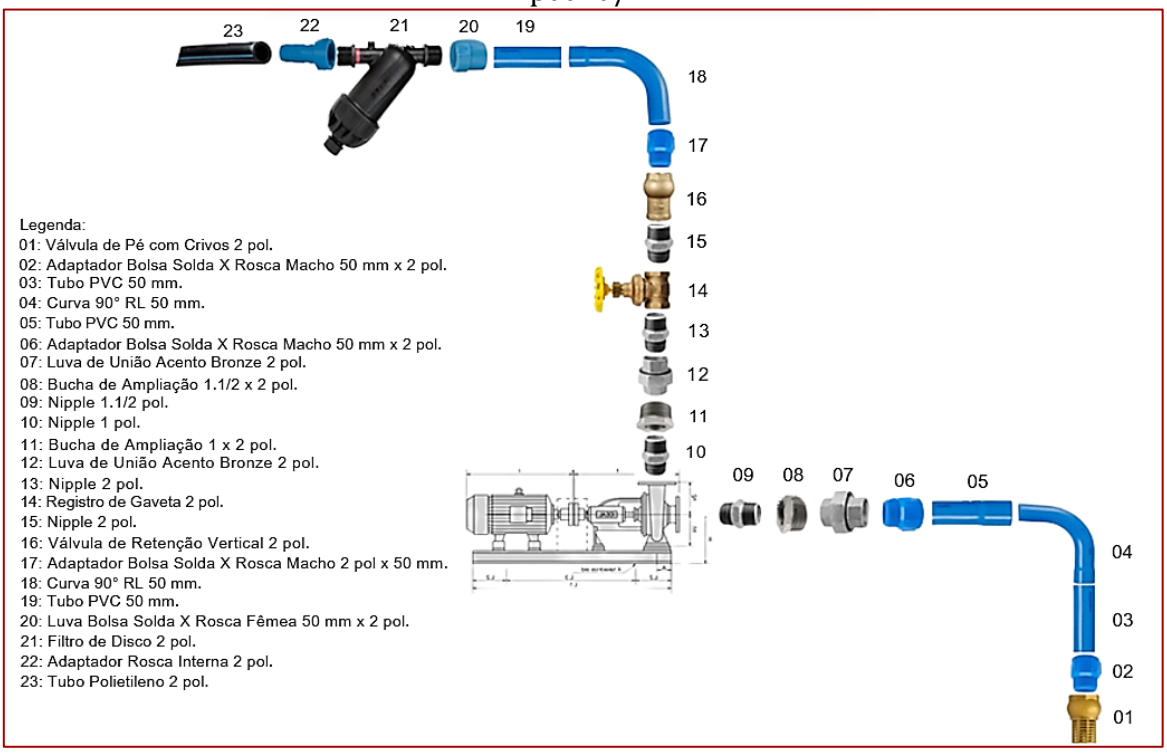
Figura 12: Layout do projeto com as especificações técnicas das tubulações do sistema de abastecimento do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



Na Figura 13 é apresentado o diagrama esquemático de montagem do conjunto motobomba, com a identificação de todas as peças acessórias e conexões hidráulicas utilizadas no sistema de recalque. O esquema evidencia a sequência construtiva desde a linha de sucção até a linha de recalque, destacando componentes essenciais como válvula de pé com crivo, válvula de retenção, registro de gaveta, filtro de disco e conexões de transição entre materiais, fundamentais para garantir o funcionamento seguro, a proteção do equipamento e a eficiência hidráulica do sistema. A correta disposição desses

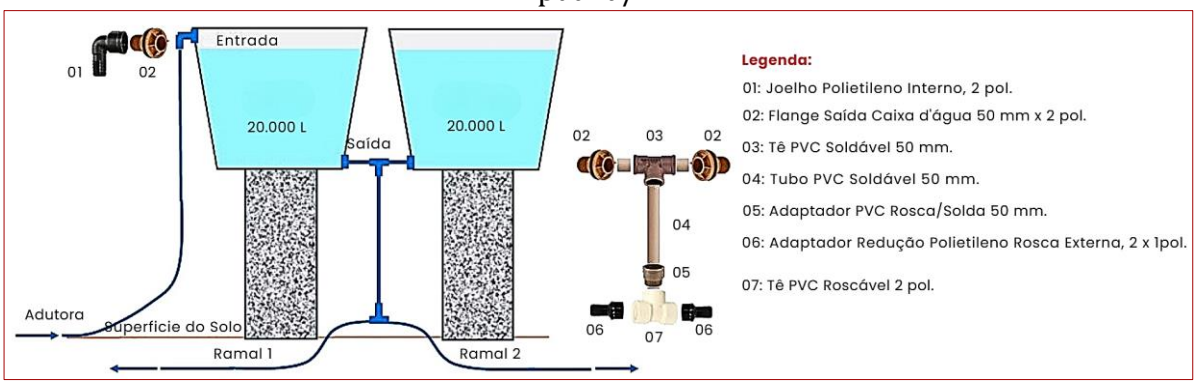
elementos contribui para a redução de perdas de carga localizadas, facilita as operações de manutenção e assegura a confiabilidade operacional da motobomba ao longo do tempo.

Figura 13: Esquema de montagem com as especificações técnicas das peças e conexões do sistema de bombeamento de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



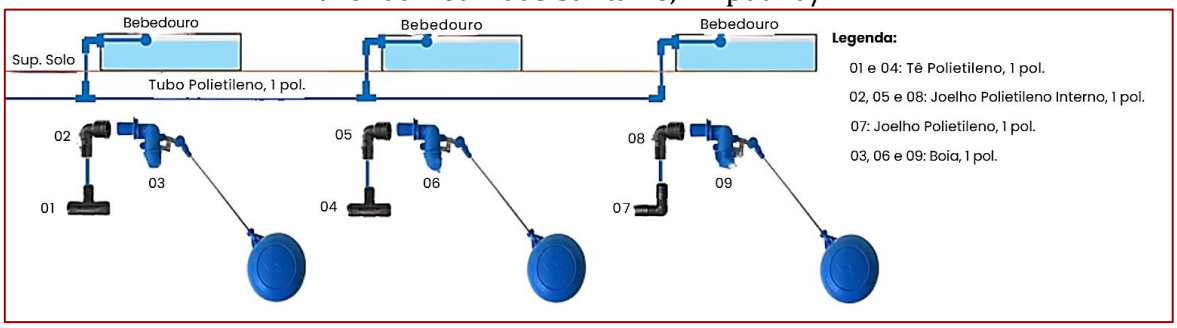
Na Figura 14 é apresentado o diagrama esquemático de montagem das conexões de entrada e saída do reservatório de acumulação, com a identificação dos principais componentes hidráulicos e conexões utilizados na interligação da adutora principal aos ramais de distribuição. O esquema evidencia a configuração adotada para garantir o abastecimento uniforme do reservatório, bem como a distribuição equilibrada da água para os ramais, destacando o uso de flanges, conexões roscáveis e soldáveis, que facilitam a montagem, desmontagem e manutenção do sistema. Essa solução contribui para a segurança operacional, a flexibilidade de manejo e a confiabilidade hidráulica do conjunto.

Figura 14: Esquema de montagem com as especificações técnicas das conexões do sistema de distribuição de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



Na Figura 15 é apresentado o diagrama esquemático de montagem das conexões dos ramais de distribuição de água destinados ao abastecimento dos bebedouros, com a identificação dos principais componentes hidráulicos empregados em cada ponto de consumo. O esquema evidencia a utilização de tês, joelhos e válvulas de boia, instalados ao longo da tubulação de polietileno, configurando um sistema que assegura o enchimento automático dos bebedouros, o controle individual do nível de água e a regularidade do fornecimento, mesmo sob variações de demanda ao longo do ramal. Essa configuração contribui para a eficiência operacional, a facilidade de manutenção e a confiabilidade do sistema de distribuição. A Figura 15 descreve um ramal genérico porque os dois ramais são idênticos em termos de conexões e componentes.

Figura 15: Esquema de montagem com as especificações técnicas das conexões do sistema de distribuição de água e abastecimento dos bebedouros do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.



Na Tabela 3 apresenta-se o orçamento detalhado do projeto de implantação do sistema de captação, bombeamento, reservação e distribuição de água, contemplando os materiais hidráulicos e elétricos, bem como os serviços necessários à sua execução. O levantamento inclui os componentes da adutora e dos ramais de distribuição, os dispositivos de controle e proteção do sistema (válvulas, registros, filtros e boias), os equipamentos principais, como motobomba, caixas d'água e bebedouros, além dos custos operacionais associados à escavação de valas para o enterramento das tubulações a 0,50 m de profundidade e à mão de obra especializada de encanador.

Observa-se (Tabela 3) que os itens de maior impacto no custo total do projeto correspondem às estruturas de reservação, aos bebedouros e aos serviços de infraestrutura, refletindo a preocupação com a segurança hídrica, a durabilidade do sistema e a confiabilidade no atendimento à demanda animal. O valor global estimado de R$ 79.040,00 representa, portanto, um investimento compatível com a escala do sistema proposto e com os requisitos técnicos de operação contínua e eficiente.

Ressalta-se que não foram considerados no orçamento os custos referentes à estrutura de suspensão dos reservatórios, uma vez que estas poderão ser construídas com madeira disponível na própria propriedade, reduzindo significativamente o investimento em infraestrutura civil. Da mesma forma, não foram incluídos os custos de implantação de transformador e de rede elétrica, considerando-se que o local de instalação já dispõe de fornecimento de energia elétrica adequado ao funcionamento do sistema.

Tabela 03: Lista de material e orçamento do projeto de abastecimento de água do confinamento da Fazenda Reunidas Santa Fé, Aripuanã/MT.

Item	Descrição	Unid.	Quant.	R$ Unit.	R$ Total
01	Válvula de pé com crivos, 2 pol.	un.	1	R$ 185,00	R$ 185,00
02	Adaptador PVC Azul Solda/Rosca, 50 mm x 2 pol.	un.	4	R$ 35,00	R$ 140,00
03	Tubo PVC Azul PN 40, 50 mm - barra de 6 m	un.	1	R$ 75,00	R$ 75,00
04	Curva de PVC 90º Raio Longo, 50 mm.	un.	2	R$ 18,00	R$ 36,00
05	Luva de União acento Bronze, 2 pol.	un.	2	R$ 68,00	R$ 136,00
06	Bucha de Ampliação Galvanizada, 1.1/2 x 2 pol.	un.	2	R$ 45,00	R$ 90,00
07	Nipple Galvanizado, 1.1/2 pol.	un.	1	R$ 25,00	R$ 25,00
08	Nipple Galvanizado, 1 pol.	un.	3	R$ 18,00	R$ 54,00
09	Registro de Gaveta, 2 pol.	un.	1	R$ 240,00	R$ 240,00
10	Válvula de Retenção Vertical, 2 pol.	un.	1	R$ 292,00	R$ 292,00
11	Filtro de Disco, 2 pol.	un.	1	R$ 310,00	R$ 310,00
12	Adaptador de Polietileno 2 pol.	un.	1	R$ 21,00	R$ 21,00
13	Tubo de PVC PN 40, 2 pol. - Rolo de 50 m	un.	13	R$ 680,00	R$ 8.840,00
14	Flange Saída Caixa d'água, 50 mm x 2 pol.	un.	3	R$ 50,00	R$ 150,00
15	Joelho Polietileno Interno, 2 pol.	un.	1	R$ 31,00	R$ 31,00
16	Adaptador de Redução Poliet. Externo, 2 x 1 pol.	un.	2	R$ 39,00	R$ 78,00
17	Tê PVC Soldável, 50 mm	un.	1	R$ 19,00	R$ 19,00
18	Tê PVC Roscável, 2 pol.	un.	1	R$ 65,00	R$ 65,00
19	Adaptador de PVC Rosca/Solda, 50 mm	un.	1	R$ 25,00	R$ 25,00
20	Tubo PVC Marron PN 40, 50 mm - barra de 6 m	un.	1	R$ 105,00	R$ 105,00
21	Tubo de PVC PN 50, 1 pol. - Rolo de 50 m	un.	4	R$ 195,00	R$ 780,00
22	Tê de Polietileno, 1 pol.	un.	4	R$ 8,00	R$ 32,00
23	Joelho de Polietileno Interno, 1 pol.	un.	7	R$ 4,50	R$ 31,50
24	Joelho de Polietileno, 1 pol.	un.	1	R$ 3,90	R$ 3,90
25	Boia Caixa d'água, 1 pol.	un.	6	R$ 158,00	R$ 948,00
26	Abraçadeira Aço Inox, 1 pol.	un.	13	R$ 5,20	R$ 67,60
27	Abraçadeira Aço Inox, 2 pol.	un.	27	R$ 10,00	R$ 270,00
28	Caixa d'água Fibra, 20.000 L	un.	2	R$ 13.297,00	R$ 26.594,00
29	Motobomba 1.1/2 cv, trifásica Modelo BC-92S	un.	1	R$ 1.960,00	R$ 1.960,00
30	Bebedouro Móvel para Confinamento 4300 L	un.	6	R$ 4.400,00	R$ 26.400,00
31	Lixa d'água gramatura 120	un.	2	R$ 5,00	R$ 10,00
32	Cola PVC, bisnaga 75 g	un.	1	R$ 56,00	R$ 56,00
33	Cabo PP 4 vias, 2,5 mm^2	m	50	R$ 22,00	R$ 1.100,00
34	Cabo PP 2 vias, 1,5 mm^2	m	700	R$ 5,00	R$ 3.500,00
35	Boia Elétrica Controle de Nível - Na + NF	un.	1	R$ 95,00	R$ 95,00
36	Chave de partida direta trifásica	un.	1	R$ 525,00	R$ 525,00
37	Mini Escavadeira Hidráulica	h	15	R$ 300,00	R$ 4.500,00
38	Mão de obra de Encanador	diária	5	R$ 250,00	R$ 1.250,00
	TOTAL				**R$ 79.040,00**

Entre os itens orçados, verifica-se que o reservatório de água constitui o componente de maior impacto no custo total do projeto, fato esperado em sistemas que priorizam segurança hídrica e autonomia operacional. A concepção do sistema prevê a instalação de dois reservatórios, dimensionados para garantir autonomia mínima de aproximadamente 48 horas sem abastecimento pela motobomba, condição que assegura margem operacional suficiente para a realização de manutenções corretivas ou preventivas, sem comprometer o fornecimento de água aos animais.

Contudo, a critério do proprietário, é possível optar pela instalação de apenas um reservatório, alternativa que reduz o custo inicial do investimento, porém limita a capacidade de armazenamento a aproximadamente 24 horas, diminuindo a segurança operacional do sistema e a flexibilidade para intervenções técnicas.

Por fim, ressalta-se que não foi objeto deste trabalho o dimensionamento nem o orçamento das estruturas de currais, sistemas de preparação, armazenamento e distribuição de alimentos e manejo, restringindo-se o estudo aos sistemas hidráulicos necessários ao abastecimento de água do empreendimento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou a viabilidade técnica, operacional de implantação de um sistema de bombeamento hidráulico para dessedentação animal na Fazenda Reunidas Santa Fé, no município de Aripuanã-MT. Com base em cálculos precisos e aplicação de princípios consagrados da hidráulica agrícola, foi possível projetar um sistema capaz de atender à demanda diária de 300 cabeças de gado de forma eficiente, contínua e com segurança operacional.

Recomenda-se, como aprimoramento futuro, a instalação de um sistema de monitoramento de vazão no ponto de captação, para permitir a análise sazonal e ajustes operacionais conforme variações climáticas. Além disso, sugere-se avaliar a viabilidade de energia solar como fonte alternativa para o sistema de bombeamento, reduzindo custos operacionais e ampliando a sustentabilidade do projeto. Também é indicada a realização de manutenções preventivas periódicas, garantindo o bom funcionamento da bomba e a longevidade do sistema.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fazenda Reunida Santa Fé, na pessoa do senhor Edson Goedert, pela autorização de acesso à propriedade e disponibilidade para realização das medições.

Por fim, reconhecemos o apoio dos colegas de curso de Agronomia da UNEMAT e demais envolvidos do Polo de Aripuanã, cujo empenho contribuiu para a execução exitosa deste estudo.

REFERÊNCIAS

[1] DRASTIG, K.; SINGH, R. Review of Water Use Assessment in Livestock Production Systems and Supply Chains. **Water**, v.17, n.2819, p.1-29, 2025.

[2] TEIXEIRA, D. Water supply for dairy cattle: Understanding drinking behaviour to improve water access in production systems. **Journal of Animal Science**, v.103, n.3, 2025.

[3] PEREIRA, E. R.; PATERNIANI, J. E. S.; DEMARCHI, J. J. A. A importância da qualidade da água de dessedentação animal. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas,** v.3, n.3, p.227-235, 2009.

[4] OLIVEIRA, J. P. C. A.; GONÇALVES, L. C.; JAYME, D. G.; DINIZ, T. H. F.; PIRES, F. P. A. A.; CÔRTEZ, I. H. G.; CRUZ, D. S. G.; SANTOS, D.; MOURA, A. M. Considerações sobre o consumo de água por bovinos. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.13, n.1, p.4524-4528, 2016.

[5] NOVELLI, T. I.; PALHARES, J. C. P.; MARTELLO, L. S.; MEDEIROS, S. R.; RIVERO, M. J. Three environmental dimensions of beef cattle in tropical feedlot: Water, nutrients and land. **Science of The Total Environment**, v.904, n.15, 2023.

[6] ROBAINA, A. D.; CALGARO, M.; PEITER, M. X. Methodology for determination of the economic diameter tube in impulsion line system. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1065-1068, 2004.

[7] SANTANA JUNIOR, F. G.; PDREIRO, M. R. M. Avaliação e dimensionamento hidráulico de um sistema de abastecimento de água em zona rural. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v.9, n.10, p.6392-6409, 2023.

[8] PERRONI, B. L. T.; FARIA, L. C.; CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, H. F. E. Influência do custo da energia elétrica e do material da tubulação na velocidade econômica de bombeamentos. **Irriga**, v.20, n.1, p.13-20, 2015.

[9] CALDAS, A. L. D.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C. Determinação da velocidade econômica em adutoras sob diferentes condições de custo e funcionamento. **Engenharia na agricultura,** v.23, n.6, p.503-516, 2015.

[10] LIMA, J. P. ; QUEIROZ, T. M. ; GRZEBIELUCKAS, C. ; GARCIA, I. O. Estimativa do custo de energia elétrica para o bombeamento de água: o caso da transposição do rio Sepotuba até a ETA Queima-Pé em Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. In: Tadeu Miranda de Queiroz. (Org.). **Água: Abordagens interdisciplinares sobre fontes, usos, reusos, aproveitamentos e cenários**. 1ª ed. Curitiba/PR: CRV, 2023, v.1, p.371-390.

[11] AMAFLEX. **Catálogo técnico de tubos e conexões em polietileno**. [S.l.]: Amaflex, s.d. Disponível em: https://www.amaflex.com.br/docs/catalogo.pdf. Acesso em: 23 dez. 2025.

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson

https://www.facebook.com/editorapoisson